



Espacenet

Bibliographic data: JP 2001094526 (A)

METHOD AND DEVICE FOR COMMUNICATION

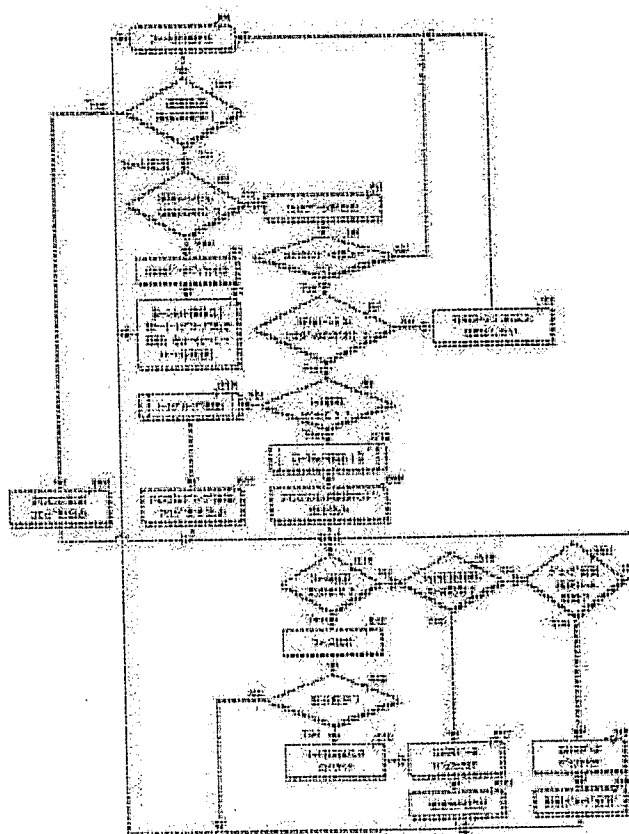
Publication date: 2001-04-06
Inventor(s): KATO MASATAKA; KOBAYASHI TAKESHI; KOIZUMI YOSHIKI; MATSUMOTO WATARU +
Applicant(s): MITSUBISHI ELECTRIC CORP +
Classification:
- **international:** H04B3/54; H04J11/00; H04L27/26; H04L5/02; (IPC1-7): H04B3/54; H04J11/00
- **European:** H04B3/54; H04L5/00C4A; H04L5/00C7A
Application number: JP19990264545 19990917
Priority number(s): JP19990264545 19990917

Also published as:

- JP 3285850 (B2)
- EP 1133092 (A1)
- EP 1133092 (A4)
- TW 468310 (B)
- NO 20012151 (A)
- more

Abstract of JP 2001094526 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a communication method which can maintain constant communication quality always on a high level without deteriorating characteristics even in communication environment wherein the influence of noise is large. **SOLUTION:** This communication method includes a 1st tone set moving step wherein a transmission line is monitored in a regular communication state and a tone set is moved in the absence of a token securing a specific S/N, a 2nd tone set moving step wherein the tone set is not moved in the presence of at least two tones securing the S/N and the tone set is moved when it is judged that one tone securing the S/N is present and communication quality can be maintained by moving the tone set in the same tone group,; and a tone group moving step wherein the tone group is moved when it is judged that the communication quality can not be maintained even by the movement of the tone set in the same tone group.



Last updated:
26.04.2011 Worldwide
Database 5.7.23; 93p

(11)特許出願公開番号

特開2001-94526

(P2001-94526A)

(43)公開日 平成13年4月6日(2001.4.6)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

FI

テ-マ-ト* (参考)

H04J 11/00

H04J 11/00

Z 5K022

H04B 3/54

H04B 3/54

5 K 0 4 6

審査請求 有 請求項の数13 OL (全 35 頁)

(21)出願番号 特願平11-264545

(22) 出願日 平成11年9月17日(1999.9.17)

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 加藤 正孝

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(72) 発明者 小林 剛

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(74) 代理人 100089118

弁理士 酒井 宏明

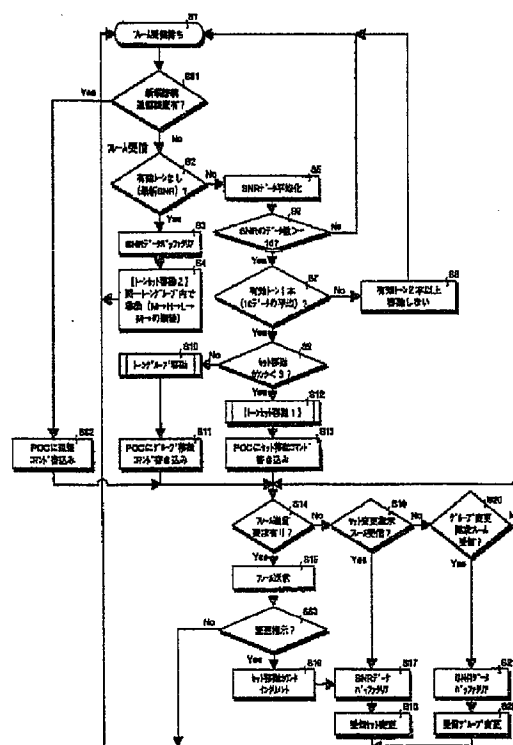
[最終頁に続く](#)

(54) 【発明の名称】 通信方法および通信装置

(57) 【要約】

【課題】 ノイズの影響の大きい通信環境下においても、特性を劣化させることなく、常に高い水準で一定の通信品質を維持可能な通信方法を得ること。

【解決手段】 定常的に通信を行っている状態で伝送路の監視を行い、 S/N 比所定の値を確保するトーンがない場合、トーンセットの移動を行う第1のトーンセット移動ステップと、 S/N 比を確保する少なくとも2本のトーンがある場合、トーンセットの移動を行わず、一方、 S/N 比を確保するトーンが1本で、かつ同一トーングループ内でトーンセットの移動を行うことにより通信品質を維持することができると判断した場合、トーンセットの移動を行う第2のトーンセット移動ステップと、前記同一トーングループ内でトーンセットの移動を実行しても通信品質を維持することができないと判断した場合、トーングループの移動を行うトーングループ移動ステップと、を含む通信方法。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 伝送路上に接続された複数の通信装置間で行うデータ通信の通信方式として、マルチキャリア変復調方式を採用し、ノイズの影響の少ないトーンを選択することにより、一定の通信品質を維持する通信方法において、

定常的に通信を行っている状態で伝送路の監視を行い、ある特定の基準を確保するトーンがない場合、通信品質を維持できないと判断して所定の方法でトーンセットの移動を行う第1のトーンセット移動ステップと、

前記ある特定の基準を確保する所定本数以上のトーンがある場合、一定の通信品質を維持できると判断してトーンセットの移動を行わず、一方、前記基準を確保するトーンが所定本数未満で、かつ同一トーングループ内でトーンセットの移動を行うことにより通信品質を維持することができると判断した場合、所定の方法でトーンセットの移動を行う第2のトーンセット移動ステップと、前記同一トーングループ内でトーンセットの移動を実行しても通信品質を維持することができないと判断した場合、所定の方法でトーングループの移動を行うトーングループ移動ステップと、

を含むことを特徴とする通信方法。

【請求項2】 電源投入時に、現在通信中のトーンセット位置が書き込まれた固定のトーンセットを監視することにより、現在の状態を認識し、その状態にトーンセットを変更する変更ステップと、

前記固定のトーンセットを受け取れない場合、初期化時に設定したトーンセットを用いてフレームの送信を行い、他の通信装置からの応答を待つフレーム送信ステップと、

を含むことを特徴とする請求項1に記載の通信方法。

【請求項3】 さらに、異なる耐ノイズ性の一次変調方式を選択可能とし、前記同一トーングループ内でトーンセットの移動を実行しても、前記トーングループの移動を実行しても、通信品質を維持することができないと判断した場合、所定の基準で、いずれかの一次変調方式を選択する一次変調方式選択ステップを含むことを特徴とする請求項1に記載の通信方法。

【請求項4】 電源投入時に、現在通信中のトーンセット位置および一次変調方式が書き込まれた固定のトーンセットを監視することにより、現在の状態を認識し、その状態にトーンセットおよび変調方式を変更する変更ステップと、

前記固定のトーンセットを受け取れない場合、初期化時に設定したトーンセットを用いてフレームの送信を行い、他の通信装置からの応答を待つフレーム送信ステップと、

を含むことを特徴とする請求項3に記載の通信方法。

【請求項5】 前記一次変調方式選択ステップにあっては、DQPSK、DBPSK、BPSK+時間ダイバー

シチの順に一次変調方式を選択することを特徴とする請求項3または4に記載の通信方法。

【請求項6】 前記第1のトーンセット移動ステップにあっては、同一トーングループ内におけるトーンセットの位置を、周波数の低い方、または高い方から順に移動させることを特徴とする請求項1～5のいずれか一つに記載の通信方法。

【請求項7】 前記第2のトーンセット移動ステップにあっては、前記特定の基準を確保したかどうかの確認結果に基づいて、良好なトーンが中心となるようにトーンセットの位置を移動させることを特徴とする請求項1～6のいずれか一つに記載の通信方法。

【請求項8】 前記トーングループ移動ステップにあっては、トーングループ番号の順にトーングループを移動させることを特徴とする請求項1～7のいずれか一つに記載の通信方法。

【請求項9】 新規に接続された通信装置からフレームを受信した場合に、現在通信に使用されているトーンセットに関する情報を固定のトーンセットに載せて送信することを特徴とする請求項1～8のいずれか一つに記載の通信方法。

【請求項10】 通信方式としてマルチキャリア変復調方式を採用し、ノイズの影響の少ないトーンを選択することにより、一定の通信品質を維持する通信装置において、

定常的に通信を行っている状態で伝送路の監視を行い、ある特定の基準を確保するトーンがない場合、通信品質を維持できないと判断して所定の方法でトーンセットの移動を行い、

前記ある特定の基準を確保する所定本数以上のトーンがある場合、一定の通信品質を維持できると判断してトーンセットの移動を行わず、一方、前記基準を確保するトーンが所定本数未満で、かつ同一トーングループ内でトーンセットの移動を行うことにより通信品質を維持することができると判断した場合、所定の方法でトーンセットの移動を行い、

前記同一トーングループ内でトーンセットの移動を実行しても通信品質を維持することができないと判断した場合、所定の方法でトーングループの移動を行うことを特徴とする通信装置。

【請求項11】 電源投入時に、現在通信中のトーンセット位置が書き込まれた固定のトーンセットを監視することにより、現在の状態を認識し、その状態にトーンセットを変更し、

前記固定のトーンセットを受け取れない場合、初期化時に設定したトーンセットを用いてフレームの送信を行い、他の通信装置からの応答を待つことを特徴とする請求項10に記載の通信装置。

【請求項12】 さらに、異なる耐ノイズ性の一次変調方式を選択可能とし、前記同一トーングループ内でト

ンセットの移動を実行しても、前記トーングループの移動を実行しても、通信品質を維持することができないと判断した場合、所定の基準で、いずれかの一次変調方式を選択することを特徴とする請求項10に記載の通信装置。

【請求項13】 電源投入時に、現在通信中のトーンセット位置および一次変調方式が書き込まれた固定のトーンセットを監視することにより、現在の状態を認識し、その状態にトーンセットおよび変調方式を変更し、前記固定のトーンセットを受け取れない場合、初期化時に設定したトーンセットを用いてフレームの送信を行い、他の通信装置からの応答を待つことを特徴とする請求項12に記載の通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、マルチキャリア変復調方式を採用する通信方法に関するものであり、特に、DMT (Discrete Multi Tone) 変復調方式やOFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex) 変復調方式により、既存の電力線を用いたデータ通信を実現可能とする通信方法、および該通信方法を実現可能な通信装置に関するものである。ただし、本発明は、DMT変復調方式により電力線通信を行う通信装置に限らず、マルチキャリア変復調方式およびシングルキャリア変復調方式により、通常の通信回線を介した有線通信および無線通信を行うすべての通信装置に適用可能である。

【0002】

【従来の技術】以下、従来の通信方法について説明する。近年、コスト削減や既存の設備を有効利用のため、新たな通信線を増設することなく、既存の電力線を利用して通信を行う「電力線モデム」が注目されている。この電力線モデムは、電力線により接続されている家庭内外、ビル、工場、および店舗等の電気製品をネットワーク化することにより、その製品の制御やデータ通信等のさまざまな処理を行う。

【0003】現在、このような電力線モデムとしては、SS (Spread Spectrum) 方式を用いたものが考えられているが、この方式を用いた場合、たとえば、与えられた帯域を埋め尽くすスペクトラムを送出してしまうため他の通信方式との共存が難しいこと、使用帯域に対する転送レートが低いこと、等の問題がある。また、上記電力線モデムのようなデータ通信を主たる目的としていない既存の電力線をデータ通信用に用いるような場合には、給電を目的に接続されているさまざまな機器がノイズ源となるため、それに対する対策も必要となる。

【0004】そこで、最近では、耐ノイズ性が高い等の観点から、複数の周波数帯域に同一のデータを載せた通信、および、ノイズの影響の大きい周波数帯域を避け、ノイズの影響の少ない周波数帯域を利用した通信、が可

能なマルチキャリア通信方式を採用した通信方法が提案されはじめている。このようなマルチキャリア通信方式では、通常、送信側（変調側）にて、送信すべき情報データを分割して周波数変換等の一次変調を行い、その後、IFFT（逆高速フーリエ変換）を用いた二次変調、すなわち、マルチキャリア変調を行うことにより、一次変調後の情報データをマルチキャリアに分散する。そして、マルチキャリアに分散された各トーン上のデータを受信した受信側（復調側）では、送信側と逆の処理を行うことにより、受け取ったデータを元の情報データに復調する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記、従来のマルチキャリア通信方式を用いた通信方法では、一次変調における変調方式を選択的に変更することができなかった。そのため、ノイズの影響の大きい通信環境下においては、複数のキャリアに同一のデータ載せるか、さらにはトーンの移動を行うことにより、通信品質の向上を図ってきたが、たとえば、ノイズの影響が広範囲にわたっているような場合には、これらの対策だけでは、ノイズの影響に対応できず、一定以上の通信品質を維持できない、という問題があった。

【0006】特に、電力線通信や、自動車等に搭載されたナビゲーション機器、コンピュータ、ITS通信装置、およびその他の電子機器における車内通信や、電車等の列車内通信等の通信環境下では、インバータノイズ等の他の機器からのノイズレベルが大きく、さらにそのノイズが広範囲かつ変動的であり、その結果、一定以上の通信品質を維持することが大変困難となるため、さらに上記以外のノイズ対策が要求されている。

【0007】本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、ノイズの影響の大きい通信環境下においても、特性を劣化させることなく、常に高い水準で一定の通信品質を維持可能な通信方法、およびその通信方法を実現可能な通信装置を得ることを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明にかかる通信方法にあっては、伝送路上に接続された複数の通信装置間で行うデータ通信の通信方式として、マルチキャリア変復調方式を採用し、ノイズの影響の少ないトーンを選択することにより、一定の通信品質を維持するように動作し、さらに、定常的に通信を行っている状態で伝送路の監視を行い、ある特定の基準を確保するトーンがない場合、通信品質を維持できないと判断して所定の方法でトーンセットの移動を行う第1のトーンセット移動ステップと、前記ある特定の基準を確保する所定本数以上のトーンがある場合、一定の通信品質を維持できると判断してトーンセットの移動を行わず、一方、前記基準を確保するトーンが所定本数未満で、かつ同一トーングループ内でトー

ンセットの移動を行うことにより通信品質を維持することができると判断した場合、所定の方法でトーンセットの移動を行う第2のトーンセット移動ステップと、前記同一トーングループ内でトーンセットの移動を実行しても通信品質を維持することができないと判断した場合、所定の方法でトーングループの移動を行うトーングループ移動ステップと、を含むことを特徴とする。

【0009】つぎの発明にかかる通信方法にあつては、電源投入時に、現在通信中のトーンセット位置が書き込まれた固定のトーンセットを監視することにより、現在の状態を認識し、その状態にトーンセットを変更する変更ステップと、前記固定のトーンセットを受け取れない場合、初期化時に設定したトーンセットを用いてフレームの送信を行い、他の通信装置からの応答を待つフレーム送信ステップと、を含むことを特徴とする。

【0010】つぎの発明にかかる通信方法にあつては、さらに、異なる耐ノイズ性の一次変調方式を選択可能とし、前記同一トーングループ内でトーンセットの移動を実行しても、前記トーングループの移動を実行しても、通信品質を維持することができないと判断した場合、所定の基準で、いずれかの一次変調方式を選択する一次変調方式選択ステップを含むことを特徴とする。

【0011】つぎの発明にかかる通信方法にあつては、電源投入時に、現在通信中のトーンセット位置および一次変調方式が書き込まれた固定のトーンセットを監視することにより、現在の状態を認識し、その状態にトーンセットおよび変調方式を変更する変更ステップと、前記固定のトーンセットを受け取れない場合、初期化時に設定したトーンセットを用いてフレームの送信を行い、他の通信装置からの応答を待つフレーム送信ステップと、を含むことを特徴とする。

【0012】つぎの発明にかかる通信方法において、前記一次変調方式選択ステップにあつては、DQPSK、DBPSK、BPSK+時間ダイバシティの順に一次変調方式を選択することを特徴とする。

【0013】つぎの発明にかかる通信方法において、前記第1のトーンセット移動ステップにあつては、同一トーングループ内におけるトーンセットの位置を、周波数の低い方、または高い方から順に移動させることを特徴とする。

【0014】つぎの発明にかかる通信方法において、前記第2のトーンセット移動ステップにあつては、前記特定の基準を確保したかどうかの確認結果に基づいて、良好なトーンが中心となるようにトーンセットの位置を移動させることを特徴とする。

【0015】つぎの発明にかかる通信方法において、前記トーングループ移動ステップにあつては、トーングループ番号の順にトーングループを移動させることを特徴とする。

【0016】つぎの発明にかかる通信方法にあつては、

新規に接続された通信装置からフレームを受信した場合に、現在通信に使用されているトーンセットに関する情報を固定のトーンセットに載せて送信することを特徴とする。

【0017】つぎの発明にかかる通信装置にあつては、通信方式としてマルチキャリア変復調方式を採用し、ノイズの影響の少ないトーンを選択することにより、一定の通信品質を維持する構成とし、さらに、定常的に通信を行っている状態で伝送路の監視を行い、ある特定の基準を確保するトーンがない場合、通信品質を維持できないと判断して所定の方法でトーンセットの移動を行い、前記ある特定の基準を確保する所定本数以上のトーンがある場合、一定の通信品質を維持できると判断してトーンセットの移動を行わず、一方、前記基準を確保するトーンが所定本数未満で、かつ同一トーングループ内でトーンセットの移動を行うことにより通信品質を維持できると判断した場合、所定の方法でトーンセットの移動を行い、前記同一トーングループ内でトーンセットの移動を実行しても通信品質を維持することができないと判断した場合、所定の方法でトーングループの移動を行うことを特徴とする。

【0018】つぎの発明にかかる通信装置にあつては、電源投入時に、現在通信中のトーンセット位置が書き込まれた固定のトーンセットを監視することにより、現在の状態を認識し、その状態にトーンセットを変更し、前記固定のトーンセットを受け取れない場合、初期化時に設定したトーンセットを用いてフレームの送信を行い、他の通信装置からの応答を待つことを特徴とする。

【0019】つぎの発明にかかる通信装置にあつては、さらに、異なる耐ノイズ性の一次変調方式を選択可能とし、前記同一トーングループ内でトーンセットの移動を実行しても、前記トーングループの移動を実行しても、通信品質を維持することができないと判断した場合、所定の基準で、いずれかの一次変調方式を選択することを特徴とする。

【0020】つぎの発明にかかる通信装置にあつては、電源投入時に、現在通信中のトーンセット位置および一次変調方式が書き込まれた固定のトーンセットを監視することにより、現在の状態を認識し、その状態にトーンセットおよび変調方式を変更し、前記固定のトーンセットを受け取れない場合、初期化時に設定したトーンセットを用いてフレームの送信を行い、他の通信装置からの応答を待つことを特徴とする。

【0021】

【発明の実施の形態】以下に、本発明にかかる通信方法および通信装置の実施の形態を図面に基いて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

【0022】実施の形態1. 本発明にかかる通信装置は、常に高レートを維持しつつ、すなわち、常にS/N

比 (Signal to Noise Ratio) が所定のしきい値以上となるように積極的に S/N 比の高いトーンを検出し、そのトーンへ移動することにより常に最適なトーンによる通信を行いつつ、さらに、異なる耐ノイズ性の一次変調方式を選択可能とし、これを受信信号の S/N 比に応じて選択することにより、より高い水準で一定の通信品質を維持する。

【0023】図1は、本発明にかかる通信装置の構成を示す図である。なお、本実施の形態、およびこれ以降の実施の形態においては、既設の電力線を用いてデータ通信を行う電力線モデムを具体例として説明するが、本発明にかかる通信装置は、電力線モデムに限らず、マルチキャリア変復調方式およびシングルキャリア変復調方式により、通常の通信回線を介した有線通信および無線通信を行うすべての通信装置に適用可能である。また、以降の説明において使用するキャリアおよびトーンについては同義とする。

【0024】図1において、1はフレーミング回路であり、2は一次変調器であり、3はトーン選択器であり、4は逆高速フーリエ変換回路 (IFFT: Inverse Fast Fourier Transform) であり、5はパラレル/シリアル変換回路 (P/S) であり、6はデジタル/アナログ変換回路 (D/A) であり、7は伝送路 (電力線) であり、8は結合回路であり、9はノイズ測定器であり、10は制御回路であり、11はデフレーミング回路であり、12は一次復調器であり、13はトーン選択器であり、14は高速フーリエ変換回路 (FFT: Fast Fourier Transform) であり、15はシリアル/パラレル変換回路 (S/P) であり、16はアナログ/デジタル変換回路 (A/D) であり、17はキャリア検出器であり、18はダミーキャリア生成器であり、フレーミング回路1、一次変調器2、トーン選択器3、IFFT4、P/S5、D/A6で送信系を構成し、A/D16、S/P15、FFT14、トーン選択器13、一次復調器12、デフレーミング回路11で受信系を構成する。

【0025】このように構成される複数の通信装置が伝送路である電力線に接続されたシステムでは、たとえば、各通信装置が連携することにより、キャリアを確実に変更できるとともに、さらに、キャリアの変更、すなわち、トーン移動が行われた場合に、その後、新たに接続された通信装置が、トーン移動および一次変調器の変更確実に追従できるようにする。

【0026】以降、上記通信装置の動作を説明する。まず、送信系の動作について説明する。たとえば、上記通信装置 (電力線モデム) に接続されたデータ処理装置 (図示せず) から送信データが入力されると、フレーミング回路1では、後述の図2に示すフレーミング処理を行い、そのフレームを一次変調器2に出力する。そして、一次変調器2では、受け取ったフレームを、制御回路10からの一次変調/復調方式選択情報により指示さ

れた方式で変調し、マルチキャリア変調方式の各トーンに同一フレームを符号化後、その信号をトーン選択器3へ出力する。なお、本実施の形態では、デフォルト時、DQPSK変調方式で一次変調を行うように指示された一次変調/復調方式選択情報が入力されているものとする。また、一次変調器2では、後述の図4に示すように5個のトーン (以降、トーンセットと呼ぶ)、#32、#48、#64、#80、#96のすべてに同一フレームを符号化する。

【0027】その後、トーン選択器3では、制御回路10からの一次変調方式変更情報に基づいて、たとえば、前記トーンセットのうちから、トーン#48、#64、#80の3個のトーンを選択して、IFFT4へ出力する。そして、IFFT4では、受け取った3個のトーン#48、#64、#80を逆フーリエ変換することにより、周波数軸データを時間軸データに変換してP/S5へ出力する。

【0028】P/S5では、IFFT4から出力されたパラレルデータをシリアルデータに変換し、さらに、そのシリアルデータをD/A6へ出力し、最後に、D/A6では、そのシリアルデータに対してデジタル/アナログ変換を行い、そのアナログ信号を、結合回路8および電力線7を介して、電力線7に接続された他の通信装置 (図示せず) へ送信する。

【0029】その結果、電力線7上には、後述の図5に示すように、周波数軸上で周波数間隔が16トーンである3個のトーンに載せられた、同一のマルチキャリアデータが出力されることになる。そのため、ノイズがある周波数帯域に集中した場合においても、周波数間隔が16トーンである3個の同一マルチキャリアデータが送信されているため、このデータを受信する受信装置では、周波数間隔が空いている分だけ、シングルキャリアの電力線通信よりも電力線ノイズに強いデータ送信が可能となる。

【0030】つぎに、受信系の動作について説明する。なお、ここでは、説明の便宜上、伝送路7に通信装置が1台しか接続されていないので、図1の受信系の構成を用いて説明を行う。まず、上述のように送信系からマルチキャリアデータが送信されると、他の通信装置の受信系では、送信系の動作とは逆の動作を行い、データを復調する。すなわち、送信側の通信装置から送られてきた3個のマルチキャリアデータを取り込み、続いてA/D16が、アナログ/デジタル変換を行い、さらに、S/P15が、デジタルデータに変換されたシリアルデータを、パラレルデータに変換し、FFT14へ出力する。

【0031】FFT14では、前記パラレルデータに対してフーリエ変換を行うことにより、時間軸のマルチキャリアデータを周波数軸上のデータに変換し、その周波数軸データをトーン選択器13およびノイズ測定器9へ

出力する。その後、トーン選択器13では、制御回路10によって指定された3個のトーン、#48、#64、#80を選択し、それを一次復調器12に出力し、一次復調器12では、それら3個のトーン、#48、#64、#80における同一データを、制御回路10からの一次変調/復調方式選択情報により指定された一次変調方式で復調する。

【0032】最後に、デフレーミング回路11では、一次復調されたデータをデフレーミング処理することにより受信データを生成し、この通信装置に接続された機器（図示せず）に受信データを出力する。なお、デフレーミング処理とは、フレーミング回路1によるフレーミング処理とは逆の処理であり、一次復調されたデータのフレームからプリアンプルと制御コードとを分離して、データフィールドのみを合成する処理、すなわち、受信データをもとの送信データの形に再構成する処理のことをいう。

【0033】図2は、上記フレーミング回路1によるフレーミング処理で生成されるフレームの構成と、そのフレームにおけるPOC（Power Line Communication Overhead Control Field）フィールドの構成を示す図である。図2に示すフレームは、キャリア検出用およびシンボル同期用の信号の領域であるプリアンプルフィールドと、予め定められた固定コードの領域である同期コードフィールドと、データフィールドの長さを示す信号の領域であるFrame Type（FT）フィールドと、住宅識別用コードの領域であるHouse Code（HC）フィールドと、物理層で使用する制御コマンドの領域であるPOCフィールドと、FT、HC、POCに対する誤り訂正符号の領域であるR-S符号フィールドと、データフィールドから構成され、このフレームがフレーミング回路1にて生成され、前述の処理で変調後、伝送路7に出力される。

【0034】また、伝送路上のフレームは、伝送路に接続されたすべての通信装置で受け取られ、制御回路10では、HCの識別を行った上で自家のHCと一致した場合、伝送路上に送信されているデータが自分宛てであると判断し、RS（リードソロモン）符号を利用してエラーチェック/訂正を行い、その内容を理解する。一方、自家のHCと一致しない場合は、動作を行わない。

【0035】一方、POCは、通信の速度を設定する2ビットの通信モードフィールドと、選択可能な変調方式を示す2ビットの変調方式フィールドと、制御コマンドを示す1ビットのコマンドフィールドと、制御コマンドの機能を示す2ビットのサブコマンドと、各機能の設定情報を示す8ビットのコマンド引数と、1ビットの拡張ビットから構成され、たとえば、トーンの移動および変調方式の変更等の処理を行うために使用される。そして、POCにおけるこれらの制御コマンドは、フレーミング処理によりデータとともにフレームに付加され、さ

らに、デフレーミング処理によりフレームから分離/抽出される。

【0036】図3は、上記図2に示すPOCの変調方式フィールドと制御コマンドの内容とを示す図である。なお、ここでは、本実施の形態に係るフィールドのみの記載とする。具体的にいうと、変調方式フィールドが[00]であれば、一次変調方式としてDQPSKが選択され、[01]であれば、DBPSKが選択され、

[10]であれば、DBPSK+時間ダイバーシチが選択される（（a）参照）。また、コマンドが[0]の擬似コマンドは、定常的に通信を行っているときに使用するコマンドであり、たとえば、コマンドが[0]かつサブコマンドがNOP [00]の場合は、「NOP：いかなる動作も行わない」という意味のコマンドを示し、トーン移動や変調方式変更が行われていないときには、通常、このコマンドがコマンドフィールドに挿入される。一方、コマンドが[0]かつサブコマンドがダミー [01]の場合は、このフレームがダミーフレームであることを表し、データフィールドにデータがないことと、現在使用中のトーン位置情報、すなわち、アクティブトーンの位置情報を示す（（b）参照）。なお、各サブコマンドに対応する8ビットのコマンド引数は、それぞれのトーンセットの現在設定、すなわち、現在のトーングループ、トーンセットのポジション、変調方式を設定する。

【0037】また、コマンドが[1]の通信設定変更は、トーン移動や変調方式変更を行うときに使用するコマンドであり、たとえば、コマンドが[1]かつサブコマンドが指示 [10]の場合は、トーン移動や変調方式変更を指示するためのコマンドであることを示し、一方、コマンドが[1]かつサブコマンドが通知 [11]の場合は、たとえば、新規に伝送路7に接続された通信装置に対して、現在の状態を通知するコマンドであることを示す。なお、各サブコマンドに対応する8ビットのコマンド引数は、変更設定/現在設定、すなわち、変更前後のトーングループ、トーンセットのポジション、変調方式を設定する。また、以降の説明において、アクティブトーンセットとは、データ通信に使用する特定のトーングループ（5本）内の、特定のトーンセット（3本）のことをいい、アクティブトーンとは、前記アクティブトーンセットを構成する3本のトーンのうちの任意の1トーンのことをいい、デフォルトトーンセットとは、たとえば、トーン#48、#64、#80で構成される固定のトーンセットのことをいい、デフォルトトーンとは、前記デフォルトトーンセットを構成する3本のトーンのうちの任意の1トーンのことをいう。

【0038】ただし、上記図3（b）に示す制御コマンドの内容は、以下の対応を前提とする。たとえば、「アクティブトーンセット（ATS）≠デフォルトトーンセット（DTS）」の場合、通常動作時（制御コマンド

【0】)については、ATSがNOPとなり、DTSがダミーとなり、通信設定変更時(通信設定変更【1】)については、ATSが指示となり、DTSがダミーとなり、新規接続の通信装置を発見した場合には、ATSが通知となり、DTSがダミーとなる。一方、「ATS=DTS」の場合、通常動作時(制御コマンド【0】)については、ATS(DTS)がNOPとなり、通信設定変更時(通信設定変更【1】)については、ATS(DTS)が指示となる。

【0039】図4は、図1に示す通信装置がデータ通信に用いるトーングループの定義を示す図である。たとえば、電力線通信を行う通信装置においては、(a)のように、4.3125kHz間隔の80本(#17~#96)のトーンを想定し、16本間隔で選出した5本の組をトーングループとし、トーン#17~トーン#32を起点とした16組のトーングループ(トーングループ#0~#15)を、(b)のように定義する。

【0040】また、図5は、前記トーングループ内のトーンセットの定義を示す図である。たとえば、任意のトーングループを構成する5本のトーンのうち、連続する3本のトーンの組をトーンセットと定義する。すなわち、各トーングループ内の低周波側の連続する3本の組からなるトーンセットのセットポジションをLowポジションとし、高周波側の連続する3本の組からなるトーンセットのセットポジションをHighポジションとし、中央のトーンセットのセットポジションをMiddleポジションとする。したがって、データ通信は、特定のトーングループのなかの特定のセットポジションで指定されるトーンセットを使用して行われる。

【0041】以下、図1に示す通信装置における、一般的なトーンの移動方法、および変調方式の変更方法を図面にしたがって説明する。図6は、一般的なトーンの移動方法を示すフローチャートである。まず、伝送路7上に接続されたある通信装置(電力線モデム)のノイズ測定器9でノイズの測定を行った結果、現在のトーングループ&セットポジションにおいて通信の継続が困難であると判断された場合、その通信装置は、トーン移動処理における仮想マスタとなって仮想マスタ処理をスタートする(ステップS100)。そして、この仮想マスタにおける制御回路10では、移動を希望するトーングループ、またはセットポジションを選択し(ステップS101)、それらを提示したトーン変更要求を電力線7上に送出する(ステップS102)。

【0042】その後、仮想マスタは、予め設定しておいた既定時間経過内に、仮想マスタ以外の通信装置から、変更拒否を示す情報を受信するか否かを判断する(ステップS103、ステップS104、NO)。

【0043】一方、仮想マスタからのトーン変更要求を受け取った(ステップS201)仮想マスタ以外のすべての通信装置では、それぞれ、トーングループ&セット

ポジションの変更の可否を判断する(ステップS202)。なお、すべての通信装置は、物理層レベルにおいて、電力線7上に送信されているデータが自分宛てであるかどうかに関わらず伝送路上を流れるすべての通信データをキャリアセンスして受信しており、たとえば、それが自分宛てであれば、データフィールドのみを上位層に渡し、一方、自分宛てでなければ、何もしない。

【0044】判断の結果、トーングループ&セットポジションの変更を拒否すると判断した場合(ステップS203、NO)、その通信装置では、トーン変更拒否を示す情報を生成し、その情報を仮想マスタに対して送信する(ステップS204)。一方、トーングループ&セットポジションの変更を拒否しないと判断した場合(ステップS203、YES)、その通信装置では、後述するステップS205の処理に移行する。

【0045】たとえば、仮想マスタが規定時間内にトーン変更拒否を示す情報を受け取った場合は(ステップS104、YES)、少なくとも1台の仮想マスタ以外の通信装置がトーングループ&セットポジションの変更を拒否しており、仮想マスタでは、トーングループ&セットポジションの変更を断念して、仮想マスタ処理を終了する(ステップS105)。これに対し、仮想マスタが既定時間内に変更拒否を示す情報を受け取らなかった場合は(ステップS104、NO、ステップS103、YES)、すべての仮想マスタ以外の通信装置がトーングループ&セットポジションの変更を認めているということなので、仮想マスタでは、変更先のトーングループ&セットポジションを提示したトーン変更指示を生成し、すべての仮想マスタ以外の通信装置に対して、その指示を送信する(ステップS106)。そして、自らのトーングループ&セットポジションを、ステップS101で選択したトーングループ&セットポジションに変更する(ステップS107)。

【0046】また、ステップS203の処理において、仮想マスタ以外の通信装置がトーングループ&セットポジションの変更を拒否しないと判断した場合には(ステップS203、YES)、他の仮想マスタ以外の通信装置からの変更拒否を受信するか否かを判断し(ステップS205)、受信した場合には(YES)、トーンの移動を行わずに処理を終了する。受信しない場合には(NO)、仮想マスタからの変更指示を待って(ステップS206、NO)、変更指示を受け取った段階で(ステップS206、YES)、自らのトーングループ&セットポジションを、変更指示のトーングループ&セットポジションに変更する(ステップS207)。

【0047】なお、新規に伝送路に接続された通信装置については、現在通信に使用されているトーングループ&セットポジションを知らないの、直ちにデフォルトトーンセットを使用して通信に使用しているトーングループおよびセットポジションを検索し、その検索結果に

基づいてトーンの移動を行う。また、トーンの移動が必要な状況は、通常、ノイズにより通信状態が悪化しており、一回のコマンドでは受け取れない通信装置が出てくる可能性が高い。したがって、このような場合には、変更要求や変更拒否が一回で受信できないことを想定して、変更要求や変更拒否の送信を複数回行うようにする。

【0048】図7は、一般的な変調方式の変更方法を示すフローチャートである。まず、伝送路7上に接続されたある通信装置のノイズ測定器9でノイズの測定を行った結果、現在のトングループ&セットポジションにおいて通信の継続が困難であると判断された場合、その通信装置は、変調方式変更処理における仮想マスタとなって仮想マスタ処理をスタートする(ステップS300)。そして、この仮想マスタにおける制御回路10では、変更を希望する一次変調方式を選択し(ステップS301)、それらを提示した変調方式の変更要求を電力線7上に送出する(ステップS302)。

【0049】その後、仮想マスタは、予め設定しておいた既定時間経過内に、仮想マスタ以外の通信装置から、変更拒否を示す情報を受信するか否かを判断する(ステップS303、ステップS304、NO)。

【0050】一方、仮想マスタからの変調方式変更要求を受け取った(ステップS401)仮想マスタ以外のすべての通信装置では、それぞれ、一次変調方式の変更の可否を判断する(ステップS402)。判断の結果、一次変調方式の変更を拒否すると判断した場合(ステップS403、NO)、その通信装置では、変調方式変更拒否を示す情報を生成し、その情報を仮想マスタに対して送信する(ステップS404)。一方、一次変調方式の変更を拒否しないと判断した場合(ステップS403、YES)、その通信装置では、後述するステップS405の処理に移行する。

【0051】たとえば、仮想マスタが規定時間内に変調方式変更拒否を示す情報を受け取った場合は(ステップS304、YES)、少なくとも1台の仮想マスタ以外の通信装置が一次変調方式の変更を拒否しており、仮想マスタでは、一次変調方式の変更を断念して、仮想マスタ処理を終了する(ステップS305)。これに対し、仮想マスタが既定時間内に変調方式変更拒否を示す情報を受け取らなかった場合は(ステップS304、NO、ステップS303、YES)、すべての仮想マスタ以外の通信装置が一次変調方式の変更を認めているということなので、仮想マスタでは、変更後の変調方式を提示した変調方式変更指示を生成し、すべての仮想マスタ以外の通信装置に対して、その指示を送信する(ステップS306)。そして、自らの一次変調方式を、ステップS301で選択した変調方式に変更する(ステップS307)。

【0052】また、ステップS403の処理において、

仮想マスタ以外の通信装置が一次変調方式の変更を拒否しないと判断した場合には(ステップS403、YES)、他の仮想マスタ以外の通信装置からの変調方式変更拒否を受信するか否かを判断し(ステップS405)、受信した場合には(YES)、変調方式の変更を行わずに処理を終了する。受信しない場合には(NO)、仮想マスタからの変調方式変更指示を待つ(ステップS406、NO)、変調方式変更指示を受け取った段階で(ステップS406、YES)、自らの一次変調方式を、変調方式変更指示の変調方式に変更する(ステップS407)。

【0053】なお、新規に伝送路に接続された通信装置については、現在通信に使用されている一次変調方式を知らないで、直ちにデフォルトトーンセットを使用して通信に使用している一次変調方式を検索し、その検索結果に基づいて変調方式の変更を行う。また、一次変調方式の変更が必要な状況は、通常、ノイズにより通信状態が悪化しており、一回のコマンドでは受け取れない通信装置が出てくる可能性が高い。したがって、このような場合には、変更要求や変更拒否が一回で受信できないことを想定して、変更要求や変更拒否の送信を複数回行うようにする。

【0054】しかしながら、上記図6および図7に示すトーン移動および変調方式変更においては、ある通信装置で変更の判断を行った場合においても、伝送路7に接続されたすべての通信装置において変更拒否を出力することができるため、トーン移動および変調方式変更を容易に中断させることが可能となる。そのため、多少伝送レートが低下した場合でも、一つの通信装置からの変更拒否でトーン移動や変調方式変更が行われないような制御になってしまう。

【0055】そこで、本実施の形態においては、常に高レートを維持できるように、常にS/N比が所定のしきい値以上となるように積極的にS/N比の高いトーンを検出し、さらに、他の通信装置からの拒否を待つことなくそのトーンへ移動して、常に最適なトーンによる通信を行うことにより、高い水準で一定の通信品質を維持する。

【0056】図8は、本発明にかかる通信方法の実施の形態1のフローチャートである。ここでは、定常的に通信を行っている状態で、トーンの移動、すなわち、トングループおよびセットポジションの変更を行う場合について説明する。たとえば、定常的に通信を行っている場合、伝送路7上に接続されたすべての通信装置の制御回路10では、伝送路7の監視を行う(ステップS1)。このとき、制御回路10では、新規に伝送路7に接続された通信装置があるかどうかを判断する(ステップS61)。新規に接続された通信装置がある場合(ステップS61、Yes)、制御装置10は、POCに通知コマンドを書き込み(ステップS62)、フレーム送

信要求がある場合にそのフレームを送信し（ステップS14, Yes、ステップS15）、新規に接続された通信装置に対して応答する。これにより、定期的に通信を行っている通信装置に追従することができなかった新規に接続された通信装置に対して、アクティブトーンセットの位置を通知することが可能となる。なお、この場合は、変更指示コマンドの送信ではないので（ステップS63, No）、ステップS16以降の処理を行わない。

【0057】一方、ステップS61の処理において、新規に接続された通信装置がない場合（No）、制御装置10では、有効トーンがあるかどうか（ステップS2）、すなわち、3本のアクティブトーンがある特定のしきい値以上のS/N比（BER）を確保しているかどうかを確認する。たとえば、現在のアクティブトーンである3本が特定のしきい値を確保できていないような場合（ステップS2, Yes）、制御回路10では、通信品質を維持できないと判断し、その通信装置では、S/N比の測定に使用した内部のSNRデータバッファ（図示せず）をクリア後（ステップS3）、トーンセットの移動を行う（ステップS4）。

【0058】ここでは、同一トングループ内におけるセットポジションの移動を行い、たとえば、Middleポジション→Highポジション→Lowポジション→Middleポジションの順でトーンセットの移動を行い、ステップS2の処理で、有効トーンを検出するまでステップS1～S4を継続する（ステップS2, No）。なお、移動順はこれに限らず、たとえば、周波数の高い方から順に移動させることとしてもよい。

【0059】ステップ2の処理で、有効トーンが検出された場合（ステップS2, No）、制御回路10では、通信中のトーンセットにおける3本のトーンのそれぞれについてSNRデータの平均化を行い（ステップS5）、この状態で、たとえば、10フレーム分のSNRデータを平均したかどうかを判断する（ステップS6）。このとき、10フレームに達していない場合は（ステップS6, No）、10フレームに達するまでステップS1, S2, S5, S6の処理を繰り返し実行する。そして、10フレームに達した場合（ステップS6, Yes）、制御回路10では、各トーンのSNRデータの平均値に基づいて、すなわち、所定のしきい値（平均値）と比較することにより、有効トーンの本数を確認する（ステップS7）。なお、本実施の形態においては、SNRの平均値を10フレーム分としているがこれに限らない。

【0060】たとえば、有効トーンが2本以上の場合（ステップS7, No、ステップS8）、制御回路10では、ある程度のS/N比が確保されているためトーン移動の必要がないと判断し、トーン移動を行わず、通信装置としては、再度フレーム受信待ち状態に入る（ステップS1）。一方、有効トーンが1本の場合（ステップ

S7, Yes）、制御回路10では、内部のセット移動カウンタ（図示せず）を確認する（ステップS9）。

【0061】そして、その確認の結果、カウンタ値が2以下であれば（ステップS9, Yes）、平均化したSNRデータの平均値を参照して良好なトーンセットを判断し（ステップS12）、その後、POCにトーンセット移動のコマンド（図3の通信設定変更、指示）を書き込む（ステップS13）。なお、上記判断方法については後述する。また、確認の結果、カウンタ値が3であれば（ステップS9, No）、制御回路10では、現在通信中のトングループ内に通信品質を維持可能なトーンセットがないと判断し、平均化したSNRデータの平均値を参照して良好なトングループを判断し（ステップS10）、その後、POCにトングループ移動のコマンド（図3の通信設定変更、指示）を書き込む（ステップS11）。

【0062】この状態（POCにトーンセットまたはトングループの移動コマンドが書き込まれた状態）で、制御回路10は、当該通信装置に対してフレーム送信要求があるかどうか（ユーザデータを送信するかどうか）を判断し、ある場合に（ステップS14, Yes）、その通信装置では、通常のフレームとともに、先に設定しておいたPOC（変更指示）を送信し（ステップS15、ステップS63, Yes）、さらに、セット移動カウンタのインクリメント（ステップS16）、およびSNRデータバッファのクリア（ステップS17）を実行し、トーン移動を実行後（ステップS18）、フレーム受信待ち状態に戻る（ステップS1）。したがって、本実施の形態においては、自通信装置がユーザデータを送信する意思がない場合には（ステップS14, No）トーン移動が行われない。なお、本実施の形態においては、無駄な送信をなくすために、自通信装置に対してフレーム送信要求がある場合にだけ、POCを含むフレームを送信する。

【0063】一方、前記状態で、自通信装置に対するフレーム送信要求が発生する前に、他の通信装置からのセット変更指示フレームを受信した場合には（ステップS14, No、ステップS19, Yes）、その通信装置では、SNRデータバッファのクリア（ステップS17）を実行し、トーンセット移動を実行後（ステップS18）、フレーム受信待ち状態に戻る（ステップS1）。また、前記状態で、自通信装置に対するフレーム送信要求が発生する前に、他の通信装置からのグループ変更要求フレームを受信した場合には（ステップS14, No、ステップS19, No、ステップS20, Yes）、その通信装置では、SNRデータバッファのクリア（ステップS21）を実行し、トングループ移動を実行後（ステップS22）、フレーム受信待ち状態に戻る（ステップS1）。

【0064】なお、図8に示す通信方法は、アクティブ

トーンによる変更指示があった場合にだけ、トーングループおよびセットポジションの移動を行う変更指示反応型であり、かつフレーム送信要求があった場合にだけ、新規に接続された通信装置に対して応答を行う送信要求待ち型であるといえる。

【0065】つぎに、前述のステップS12の処理におけるトーンセット移動方法を簡単に説明する。たとえば、トーンセットは、SNRデータの平均値を参照し、SNRの数値の良好な方へ移動させる。なお、SNRデータの平均値が同一の場合には、たとえば、高域側へ移動させる。具体的にいうと、たとえば、現在のトーンセットがMiddleポジションで、かつS/N比の測定結果が[*1]の場合、制御装置10では、周波数の高いトーンのS/N比が良好であると判断し、Highポジションにトーンセットを移動させる。ただし、*は無効トーンを表し、1は有効トーンを表すものとする。また、現在のトーンセットがMiddleポジションで、かつS/N比の測定結果が[*1*]の場合、制御装置10では、S/N比が良好な方にトーンセットを移動させる。また、現在のトーンセットがMiddleポ

ジションで、かつS/N比の測定結果が[1**]の場合、制御装置10では、周波数の低いトーンのS/N比が良好であると判断し、Lowポジションにトーンセットを移動させる。

【0066】同様の基準で、たとえば、現在のトーンセットがHighポジションで、かつS/N比の測定結果が[*1]の場合、制御装置10では、このトーングループ内でトーンセットを移動しない。また、現在のトーンセットがHighポジションで、かつS/N比の測定結果が[*1*]の場合、制御装置10では、S/N比が良好な方にトーンセットを移動させる。また、現在のトーンセットがHighポジションで、かつS/N比の測定結果が[1**]の場合、制御装置10では、周波数の低いトーンのS/N比が良好であると判断し、Middleポジションにトーンセットを移動させる。

【0067】同様の基準で、たとえば、現在のトーンセットがLowポジションで、かつS/N比の測定結果が[*1]の場合、制御装置10では、周波数の高いトーンのS/N比が良好であると判断し、Middleポジションにトーンセットを移動させる。また、現在のトーンセットがLowポジションで、かつS/N比の測定結果が[*1*]の場合、制御装置10では、S/N比が良好な方にトーンセットを移動させる。また、現在のトーンセットがLowポジションで、かつS/N比の測定結果が[1**]の場合、制御装置10では、このトーングループ内でトーンセットを移動しない。

【0068】これにより、本実施の形態では、最適なセットポジションへの移動が容易に行えるようになるため、常に最適な条件でデータ通信を行うことが可能となる。

【0069】このように、本実施の形態においては、伝送路7に接続されたすべての通信装置が変更拒否を出力することができず、さらに、常に高レートを維持するように、S/N比が所定のしきい値以上となるように積極的にS/N比の高いトーンを検出し、検出された段階ですぐにトーン移動を行うことで、常に最適なトーンによる通信を行うため、ノイズの影響の大きい通信環境下においても、特性を劣化させることなく、常に高い水準で一定の通信品質を維持することが可能となる。

【0070】なお、図9は、図8と同様、定常的に通信を行っている状態で、トーングループおよびセットポジションの変更を行う通信方法であるが、アクティブトーンによる変更指示があった場合にだけ、トーングループおよびセットポジションの移動を行う変更指示反応型であり、かつフレーム送信要求がなくても、新規に接続された通信装置に対して応答を行う即応型である（例2）。

【0071】たとえば、図9において定常的に通信を行っている場合、伝送路7上に接続されたすべての通信装置の制御回路10では、伝送路7の監視を行う（ステップS1）。このとき、制御回路10では、新規に伝送路7に接続された通信装置があるかどうかを判断する（ステップS61）。新規に接続された通信装置がある場合（ステップS61、Yes）、制御装置10は、POCに通知コマンドを書き込み（ステップS62）、フレーム送信要求がなくても、そのフレームを送信し（ステップS64）、新規に接続された通信装置に対して応答する。なお、その他のステップについては、図8と同様であるため説明を省略する。

【0072】また、図10も、図8および図9と同様、定常的に通信を行っている状態で、トーングループおよびセットポジションの変更を行う通信方法である。ただし、図10は、アクティブトーンによる変更指示に限らず、アクティブトーンおよびデフォルトトーンのすべての制御コマンドに対応してトーングループおよびセットポジションの移動を行う追従反応型であり、かつフレーム送信要求があった場合にだけ、新規に接続された通信装置に対して応答を行う送信要求待ち型である（例3）。

【0073】たとえば、図10において定常的に通信を行っている場合、伝送路7上に接続されたすべての通信装置の制御回路10では、伝送路7の監視を行う（ステップS1）。このとき、制御回路10では、新規に伝送路7に接続された通信装置があるかどうかを判断する（ステップS61）。新規に接続された通信装置がある場合（ステップS61、Yes）、制御装置10は、POCに通知コマンドを書き込み（ステップS62）、フレーム送信要求がある場合にそのフレームを送信し（ステップS14、Yes、ステップS15）、新規に接続された通信装置に対して応答する。

【0074】一方、ステップS61の処理において、新規に接続された通信装置がない場合（No）、制御装置10では、自通信装置の現在設定と他の通信装置から受信したフレームの設定が同一かどうかを判断する（ステップS71）。たとえば、同一でない場合（ステップS71, No）、その制御装置10では、SNRデータバッファのクリア（ステップS72）を実行し、トーングループおよびセットポジションの移動を実行後（ステップS73）、フレーム受信待ち状態に戻る（ステップS1）。また、同一である場合（ステップS71, Yes）、制御装置10では、有効トーンがあるかどうか（ステップS2）、すなわち、3本のアクティブトーンがある特定のしきい値以上のS/N比（BER）を確保しているかどうかを確認する。なお、その他のステップについては、図8と同様であるため説明を省略する。

【0075】また、図11も、図8～図10と同様、定常的に通信を行っている状態で、トーングループおよびセットポジションの変更を行う通信方法である。ただし、図11は、アクティブトーンによる変更指示に限らず、アクティブトーンおよびデフォルトトーンのすべての制御コマンドに対応してトーングループおよびセットポジションの移動を行う追従反応型であり、かつフレーム送信要求がなくても、新規に接続された通信装置に対して応答を行う即応型である（例4）。図11における通信方法については、前述の図9および図10の組み合わせであるため、同一の符号を付して説明を省略する。

【0076】以上、図9～図11の通信方法においても、先に説明した図8に示す通信方法と同様の効果が得られる。

【0077】実施の形態2. 実施の形態1においては、S/N比が所定のしきい値以上となるように積極的にS/N比の高いトーンを検出し、検出された段階ですぐにトーン移動を行うことにより、ノイズの影響の大きい通信環境下においても、特性を劣化させることなく、常に高い水準で一定の通信品質を維持していた。本実施の形態においては、さらに、上記トーン移動に加えて、異なる耐ノイズ性の一次変調方式を選択可能とし、これを所定の基準で選択することにより、より高い水準で一定の通信品質を維持する。

【0078】図12および図13は、本発明にかかる通信方法の実施の形態2のフローチャートである。ここでは、定常的に通信を行っている状態で、トーングループおよびセットポジションの変更、および一次変調方式の変更を行う場合について説明する。なお、本実施の形態における通信装置の構成については、前述の実施の形態1の構成と同様であるため、同一の符号を付して説明を省略する。また、実施の形態1の図8に示すフローチャートと同一のステップについても、同一の符号を付して説明を省略する。

【0079】たとえば、ステップ7の処理において、有

効トーンが1本の場合（ステップS7, Yes）、制御回路10では、内部のセット移動カウンタ（図示せず）を確認する（ステップS9）。そして、その確認の結果、カウンタ値が2以下であれば（ステップS9, Yes）、制御回路10では、実施の形態1と同様の処理を実行する。一方、確認の結果、カウンタ値が3であれば（ステップS9, No）、制御回路10では、現在通信中のトーングループ内に通信品質を維持可能なトーンセットがないと判断し、トーングループ#0→#1→#2→…→#15の順にトーングループを変更する（ステップS31）。

【0080】したがって、現在のトーングループが#0～#14の場合（ステップS31, No）、制御回路10では、現在通信中のトーングループのつぎのトーングループを選択し（ステップS10）、その後、POCにトーングループ移動のコマンド（図3の通信設定変更、指示）を書き込む（ステップS11）。一方、現在のトーングループが#15の場合（ステップS31, Yes）、制御回路10では、現在の一次変調方式が何であるかを確認する（ステップS32）。なお、本実施の形態においては、一次変調方式がDQPSK→DBPSK→DBPSK+時間ダイバーシチ→…の順に設定されるものとする。

【0081】その結果、現在の一次変調方式がDQPSKであれば（ステップS32, No）、制御回路10では、変調方式をDBPSKに変更するように制御し、POCに変調方式変更のコマンド（図3の通信設定変更、指示）を書き込む（ステップS34）。また、現在の一次変調方式がDBPSKであれば（ステップS32, No）、変調方式をDBPSK+時間ダイバーシチに変更するように制御し、POCに変調方式変更のコマンド（図3の通信設定変更、指示）を書き込む（ステップS34）。一方、現在の一次変調方式がDBPSK+時間ダイバーシチであれば（ステップS32, Yes）、変調方式およびトーンセット位置をデフォルト値（トーングループ#0, 一次変調方式：DQPSK）に戻し、その内容をPOCに書き込む（ステップS33）。

【0082】この状態（POCにトーンセットまたはトーングループの移動コマンドが書き込まれた状態）で、制御回路10は、実施の形態1と同様に、当該通信装置に対してフレーム送信要求があるかどうか（ユーザデータを送信するかどうか）を判断し、ある場合に（ステップS14, Yes）、その通信装置では、通常のフレームとともに、先に設定しておいたPOCを送信し（ステップS15）、さらに、セット移動カウンタのインクリメント（ステップS16）、およびSNRデータバッファのクリア（ステップS17）を実行し、トーン移動を実行後（ステップS18）、フレーム受信待ち状態に戻る（ステップS1）。

【0083】一方、前記状態で、自通信装置に対するフ

フレーム送信要求が発生する前に、他の通信装置からのセット変更指示フレームを受信した場合には（ステップS14, No、ステップS19, Yes）、その通信装置では、SNRデータバッファのクリア（ステップS17）を実行し、トーンセット移動を実行後（ステップS18）、フレーム受信待ち状態に戻る（ステップS1）。また、前記状態で、自通信装置に対するフレーム送信要求が発生する前に、他の通信装置からのグループ変更要求フレームを受信した場合には（ステップS14, No、ステップS19, No、ステップS20, Yes）、その通信装置では、SNRデータバッファのクリア（ステップS21）を実行し、トーングループ移動を実行後（ステップS22）、フレーム受信待ち状態に戻る（ステップS1）。さらに、前記状態で、自通信装置に対するフレーム送信要求が発生する前に、他の通信装置からのグループ一次変調方式要求フレームを受信した場合には（ステップS14, No、ステップS19, No、ステップS20, No、ステップS41, Yes）、その通信装置では、SNRデータバッファのクリア（ステップS42）を実行し、トーングループ移動および一次変調方式変更を実行後（ステップS43）、フレーム受信待ち状態に戻る（ステップS1）。

【0084】このように、本実施の形態においては、常にS/N比が所定のしきい値以上となるように積極的にS/N比の高いトーンを検出し、検出された段階ですぐにトーン移動を行うことで、常に最適なトーンによる通信を行い、さらに、異なる耐ノイズ性の一次変調方式を選択可能とし、これを所定の基準で選択することにより、ノイズの影響の大きい通信環境下においても、特性を劣化させることなく、より高い水準で一定の通信品質を維持することが可能となる。

【0085】なお、図14は、図12と同様、定期的に通信を行っている状態で、トーングループ、セットポジション、および一次変調方式の変更を行う通信方法であるが、アクティブトーンによる変更指示があった場合にだけ、トーングループ、セットポジション、および一次変調方式の移動を行う変更指示反応型であり、かつフレーム送信要求がなくても、新規に接続された通信装置に対して応答を行う即応型である（例2）。これは、先に説明した図9の通信方法に対応する。

【0086】また、図15も、図12および図14と同様、定期的に通信を行っている状態で、トーングループ、セットポジション、および一次変調方式の変更を行う通信方法である。ただし、図15は、アクティブトーンによる変更指示に限らず、アクティブトーンおよびデフォルトトーンのすべての制御コマンドに対応してトーングループ、セットポジション、および一次変調方式の変更を行う追従反応型であり、かつフレーム送信要求があった場合にだけ、新規に接続された通信装置に対して応答を行う送信要求待ち型である（例3）。これは、先

に説明した図10の通信方法に対応する。

【0087】また、図16も、図12、図14および図15と同様、定期的に通信を行っている状態で、トーングループ、セットポジション、および一次変調方式の変更を行う通信方法である。ただし、図16は、アクティブトーンによる変更指示に限らず、アクティブトーンおよびデフォルトトーンのすべての制御コマンドに対応してトーングループ、セットポジション、および一次変調方式の変更を行う追従反応型であり、かつフレーム送信要求がなくても、新規に接続された通信装置に対して応答を行う即応型である（例4）。これは、先に説明した図11の通信方法に対応する。

【0088】実施の形態3。実施の形態1および2においては、定期的に通信を行っている状態で、トーングループおよびセットポジションの変更、および一次変調方式の変更を行う場合について説明した。本実施の形態においては、新規に伝送路に接続された通信装置によるトーングループ、セットポジション、および一次変調方式の変更動作について説明する。

【0089】図17は、本発明にかかる通信方法の実施の形態3のフローチャートである。なお、本実施の形態は、実施の形態1および2において説明したフローチャートに入る前の動作であり、このフローチャートが終了した段階で、図8～図12、図14～図16のステップ1の処理が実行されることになる。また、図17のフローチャートは、実施の形態2に対応するものであるため、実施の形態1に対応させる場合には、ステップS54における一次変調方式の変更動作を行わないものとする。

【0090】ある通信装置が伝送路7に接続され、この状態で電源が投入されると、まず、その通信装置では、初期化が行われ（ステップS51）、その後、フレーム受信待ち状態に入る（ステップS52）。なお、この初期化では、後述のタイマのリセット処理や、図4および図5に示すデフォルトトーングループおよびデフォルトセットポジションの設定が行われる。また、通信装置が待ち状態に入った段階でタイマがスタートする。

【0091】たとえば、タイマの値Tが所定の値 T_1 以下のときに、デフォルトトーンセットのフレームを受信すると（ステップS53）、制御回路10では、その内容を理解し、現在通信中のアクティブトーンセットの位置に、トーングループ、セットポジション、および一次変調方式の変更を行う（ステップS54）。そして、この状態で、この通信装置は、フレーム待ち状態に入る。

【0092】一方、デフォルトトーンセットの受信を待ち（ステップS52、ステップS53, No、ステップS55, No）、タイマの値Tが所定の値 T_1 を超えてもデフォルトトーンセットのフレームを受信できない場合（ステップS53, No、ステップS55, Yes）、制御回路10では、フレーム送信要求があるかど

うかを判断し（ステップS56）、要求がなければ（ステップS56, No）、再度フレーム受信待ちに入り（ステップS52）、要求があれば（ステップS56, Yes）、初期化時に設定したトーンセットのフレームを送信し（ステップS57）、この状態で、この通信装置は、定常的なフレーム待ち状態に入る（図12、図14～図16、ステップS1）。なお、定常的に通信を行っている他の通信装置では、この新規に接続された通信装置からの送信フレームに対する応答として、POCに通知コマンドを書き込み、そのフレームを送信する。これにより、新規に接続された通信装置は、他の通信装置の変更（トーングループ、セットポジション、一次変調方式）に追従することが可能となる。

【0093】このように、本実施の形態においては、新規に接続された通信装置においても、デフォルトトーンを確認することにより容易にアクティブトーンの位置を知ることができ、さらに、電源投入時、伝送路上で通信が行われていない状態においても、自らの通信装置によるフレーム送信で、アクティブトーンセットのトーングループ、セットポジション、および一次変調方式の変更を行うことができるため、容易に他の通信装置のアクティブトーンに対する追従が可能となる。

【0094】

【発明の効果】以上、説明したとおり、本発明によれば、伝送路に接続されたすべての通信装置が変更拒否の情報を出力することができず、さらに、常に高レートを維持するように、S/N比が所定のしきい値以上となるように積極的にS/N比の高いトーンを検出し、検出された段階ですぐにトーン移動を行うことで、常に最適なトーンによる通信を行う。これにより、ノイズの影響の大きい通信環境下においても、特性を劣化させることなく、常に高い水準で一定の通信品質を維持することが可能な通信方法を得ることができる、という効果を奏する。

【0095】つぎの発明によれば、新規に接続された通信装置においても、デフォルトトーンを確認することにより容易にアクティブトーンの位置を知ることができ、さらに、電源投入時、伝送路上で通信が行われていない状態においても、自らの通信装置によるフレーム送信で、アクティブトーンセットのトーングループ、およびセットポジションの変更を行うことができる。これにより、容易に他の通信装置のアクティブトーンに対して追従することが可能な通信方法を得ることができる、という効果を奏する。

【0096】つぎの発明によれば、常にS/N比が所定のしきい値以上となるように積極的にS/N比の高いトーンを検出し、検出された段階ですぐにトーン移動を行うことで、常に最適なトーンによる通信を行い、さらに、異なる耐ノイズ性の一次変調方式を選択可能とし、これを所定の基準で選択する。これにより、ノイズの影

響の大きい通信環境下においても、特性を劣化させることなく、より高い水準で一定の通信品質を維持することが可能な通信方法を得ることができる、という効果を奏する。

【0097】つぎの発明によれば、新規に接続された通信装置においても、デフォルトトーンを確認することにより容易にアクティブトーンの位置を知ることができ、さらに、電源投入時、伝送路上で通信が行われていない状態においても、自らの通信装置によるフレーム送信で、アクティブトーンセットのトーングループ、セットポジション、および一次変調方式の変更を行うことができる。これにより、容易に他の通信装置のアクティブトーンに対して追従することが可能な通信方法を得ることができる、という効果を奏する。

【0098】つぎの発明によれば、DQPSK、DBPSK、BPSK+時間ダイバーシチの順に一次変調方式を選択することにより、特性と簡易性を考慮することが可能となり、さらに、効率良くすべての変調方式を実行できる、という効果を奏する。

【0099】つぎの発明によれば、同一トーングループ内におけるトーンセットの位置を、周波数の低い方、または高い方から順に移動させることにより、もれなく、効率的に、すべてのトーンセット移動が可能となる、という効果を奏する。

【0100】つぎの発明によれば、特定の基準を確保したかどうかの確認結果に基づいて、良好なトーンが中心となるようにトーンセットの位置を移動させることにより、より最適なトーンセットへの移動が可能となる、という効果を奏する。

【0101】つぎの発明によれば、トーングループ番号の順にトーングループを移動させることにより、もれなく、効率的に、すべてのトーングループ移動が可能となる、という効果を奏する。

【0102】つぎの発明によれば、定常的に通信を行っている通信装置に追従することができなかった新規に接続された通信装置に対して、アクティブトーンセットの位置を通知することが可能となる、という効果を奏する。

【0103】つぎの発明によれば、常に高レートを維持するように、S/N比が所定のしきい値以上となるように積極的にS/N比の高いトーンを検出し、検出された段階ですぐにトーン移動を行うことで、常に最適なトーンによる通信を行う。これにより、ノイズの影響の大きい通信環境下においても、特性を劣化させることなく、常に高い水準で一定の通信品質を維持することが可能な通信装置を得ることができる、という効果を奏する。

【0104】つぎの発明によれば、新規に接続された通信装置においても、デフォルトトーンを確認することにより容易にアクティブトーンの位置を知ることができ、さらに、電源投入時、伝送路上で通信が行われていない

状態においても、自らの通信装置によるフレーム送信で、アクティブトーンセットのトーングループ、およびセットポジションの変更を行うことができる。これにより、容易に他の通信装置のアクティブトーンに対して追従することが可能な通信装置を得ることができる、という効果を奏する。

【0105】つぎの発明によれば、常に S/N 比が所定のしきい値以上となるように積極的に S/N 比の高いトーンを検出し、検出された段階ですぐにトーン移動を行うことで、常に最適なトーンによる通信を行い、さらに、異なる耐ノイズ性の一次変調方式を選択可能とし、これを所定の基準で選択する。これにより、ノイズの影響の大きい通信環境下においても、特性を劣化させることなく、より高い水準で一定の通信品質を維持することが可能な通信装置を得ることができる、という効果を奏する。

【0106】つぎの発明によれば、新規に接続された通信装置においても、デフォルトトーンを確認することにより容易にアクティブトーンの位置を知ることができ、さらに、電源投入時、伝送路上で通信が行われていない状態においても、自らの通信装置によるフレーム送信で、アクティブトーンセットのトーングループ、セットポジション、および一次変調方式の変更を行うことができる。これにより、容易に他の通信装置のアクティブトーンに対して追従することが可能な通信装置を得ることができる、という効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明にかかる通信装置の構成を示す図である。

【図2】 フレーミング回路1によるフレーミング処理で生成されるフレームの構成と、そのフレームにおけるPOCフィールドの構成を示す図である。

【図3】 POCの変調方式フィールドと制御コマンドの内容とを示す図である。

【図4】 通信装置がデータ通信に用いるトーングループの定義を示す図である。

【図5】 トーングループ内のトーンセットの定義を示*

*す図である。

【図6】 トーンの移動方法を示すフローチャートである。

【図7】 一般的な変調方式の変更方法を示すフローチャートである。

【図8】 本発明にかかる通信方法の実施の形態1のフローチャート(例1)である。

【図9】 本発明にかかる通信方法の実施の形態1のフローチャート(例2)である。

10 【図10】 本発明にかかる通信方法の実施の形態1のフローチャート(例3)である。

【図11】 本発明にかかる通信方法の実施の形態1のフローチャート(例4)である。

【図12】 本発明にかかる通信方法の実施の形態2のフローチャート(例1)である。

【図13】 本発明にかかる通信方法の実施の形態2のフローチャートである。

【図14】 本発明にかかる通信方法の実施の形態2のフローチャート(例2)である。

20 【図15】 本発明にかかる通信方法の実施の形態2のフローチャート(例3)である。

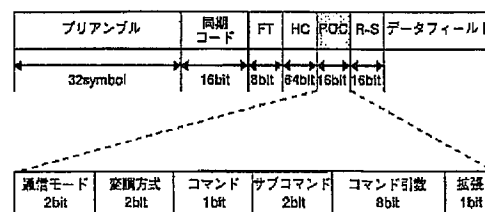
【図16】 本発明にかかる通信方法の実施の形態2のフローチャート(例4)である。

【図17】 本発明にかかる通信方法の実施の形態3のフローチャートである。

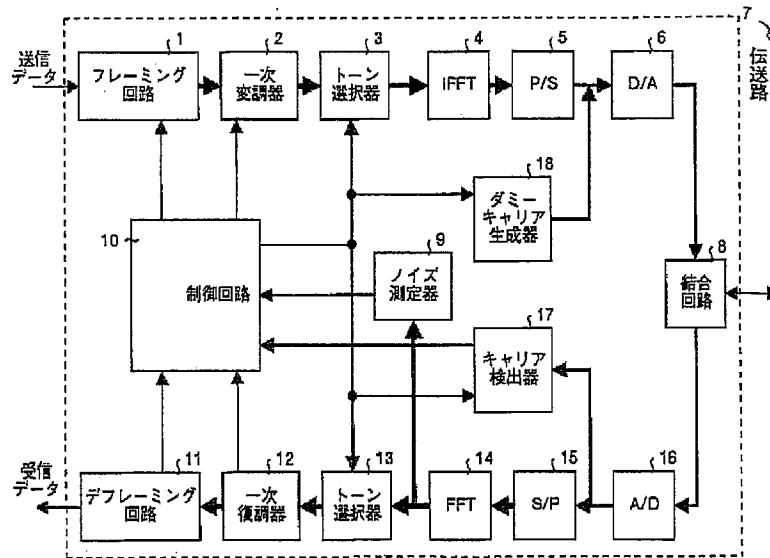
【符号の説明】

1 フレーミング回路、2 一次変調器、3 トーン選択器、4 逆高速フーリエ変換回路(IFFT)、5 平行/シリアル変換回路(P/S)、6 デジタル/アナログ変換回路(D/A)、7 伝送路、8 結合回路、9 ノイズ測定器、10 制御回路、11 デフレーミング回路、12 一次復調器、13 トーン選択器、14 高速フーリエ変換回路(FFT)、15 シリアル/平行変換回路(S/P)、16 アナログ/デジタル変換回路(A/D)、17 キャリア検出器、18 ダミーキャリア生成器。

【図2】



【図1】

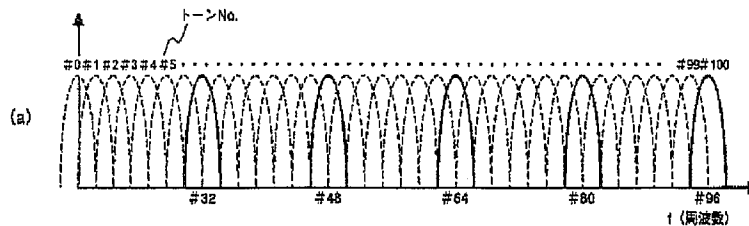


【図3】

(a) 変調方式 (2bit)	DQPSK [00]	
	DBPSK [01]	
	DBPSK+時間ダイバーシティ [10]	
	Reserved [11]	
(b) コマンド (2bit)	サブコマンド (2bit)	コマンド回数 (8bit) 設定情報 (グループ: 4bit, セットポジション: 2bit, 変調: 2bit)
	NOP [00]	要求設定 [g g g p p m m]
	ダミー [01]	現在設定 [g g g p p m m]
通信設定変更 [1]	指示 [10]	変更設定 [g g g p p m m]
	通知 [11]	現在設定 [g g g p p m m]

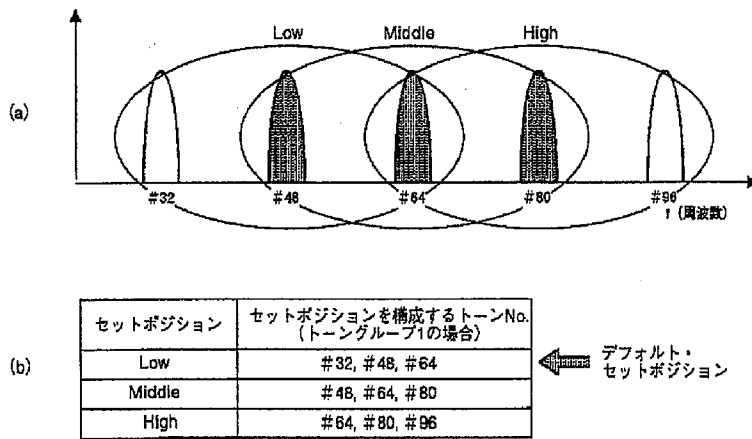
設定情報のトーングループ4bitで#0-#15のトーングループ#を示す。
 設定情報のセットポジション2bitは
 "00"=middle, "01"=Low, "10"=High, "11"=Reserved
 設定情報の変調方式2bitは"00"=DQPSK, "01"=DBPSK,
 "10"=DBPSK+時間ダイバーシティ, "11"=Reserved

【図4】

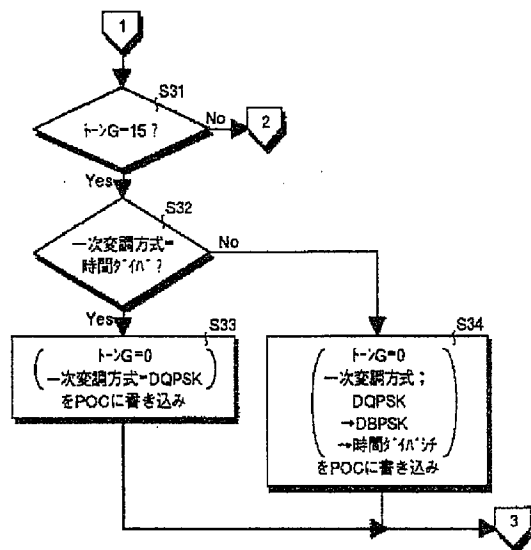


トーングループNo.	トーングループを構成するトーンNo.	デフォルト・トーングループ
トーングループ0	#32, #48, #64, #80, #96	
トーングループ1	#31, #47, #63, #79, #95	
(中略)	(中略)	
トーングループ14	#18, #34, #50, #66, #82	
トーングループ15	#17, #33, #49, #65, #81	

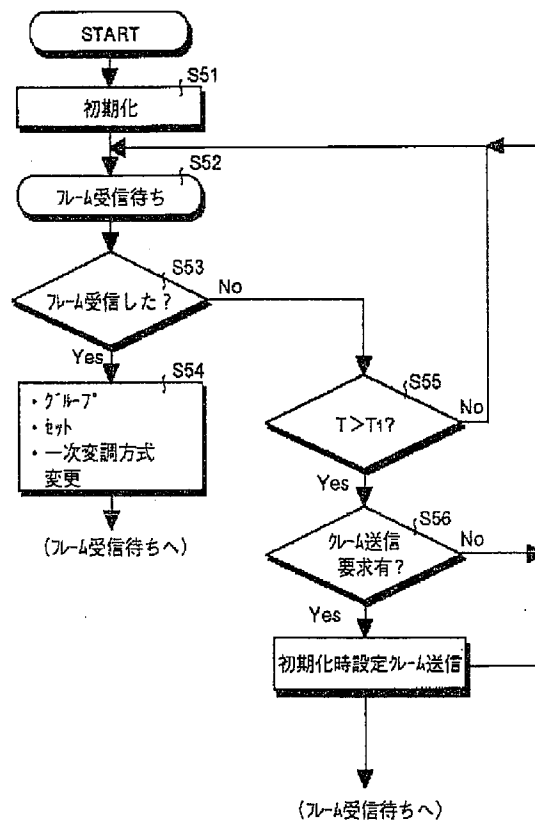
【図5】



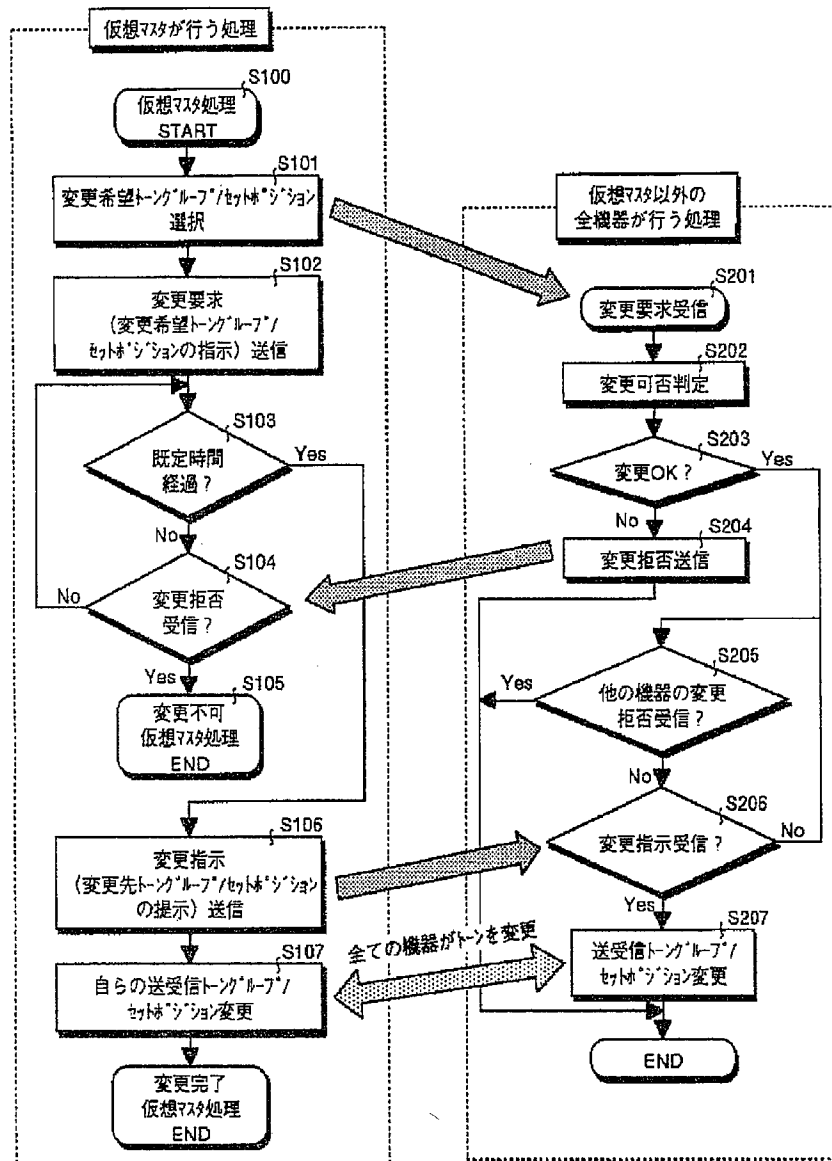
【図13】



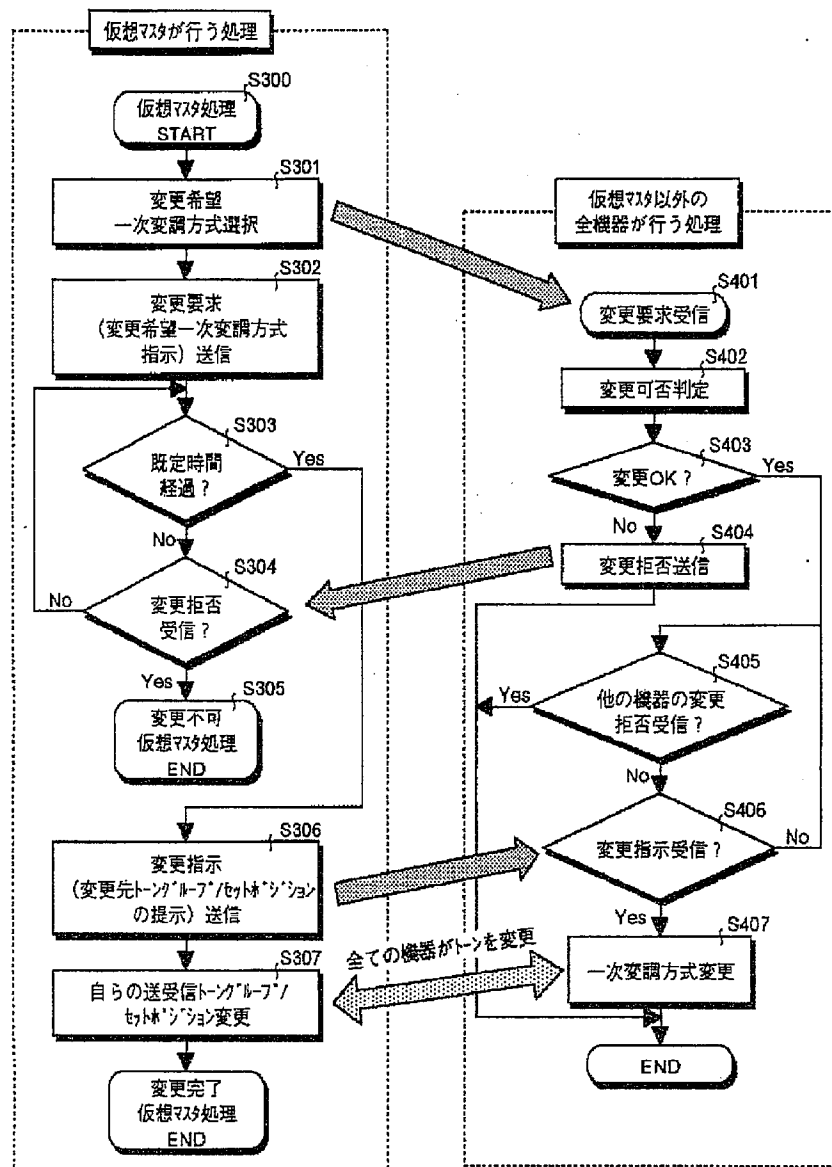
【図17】



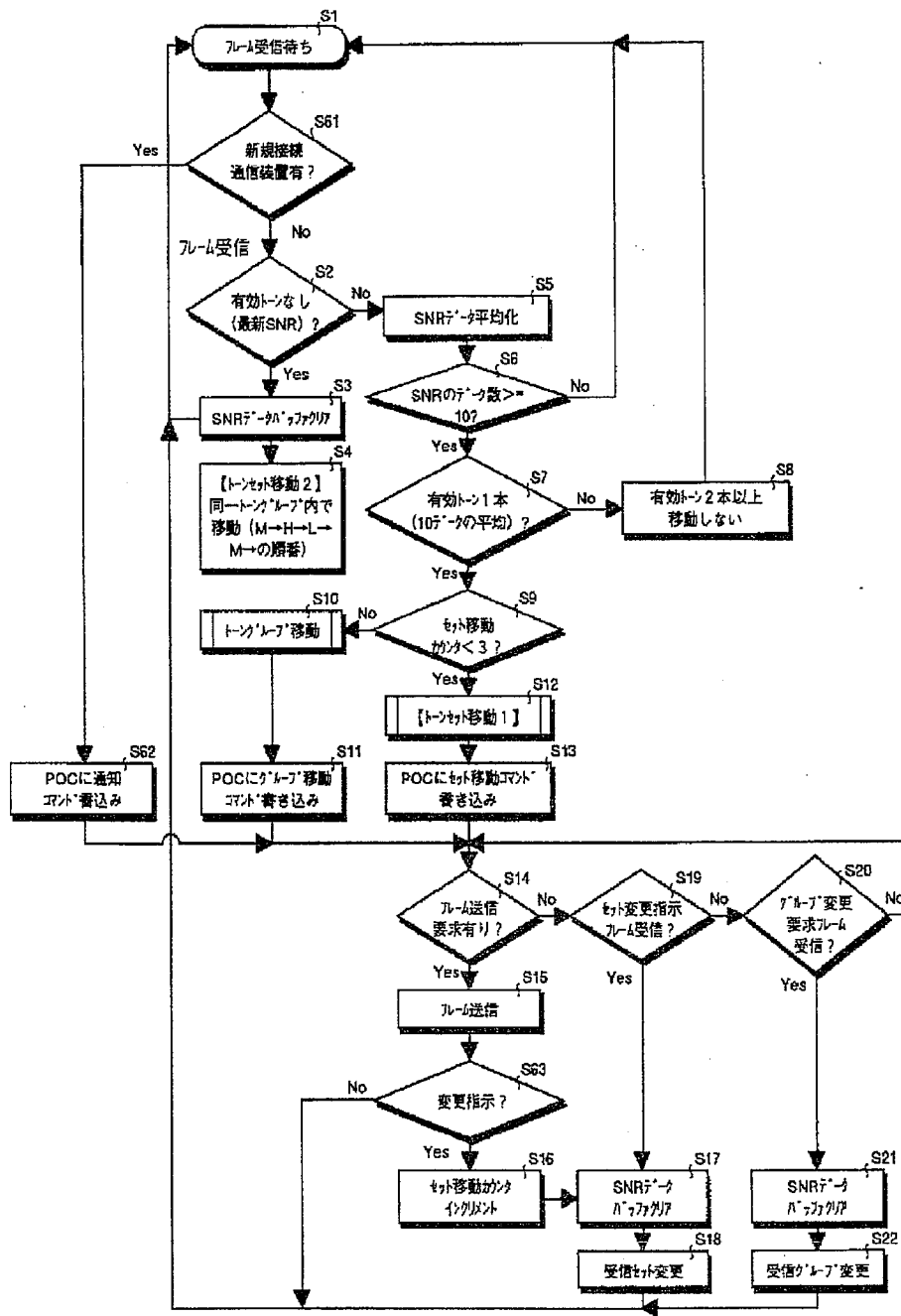
【図6】



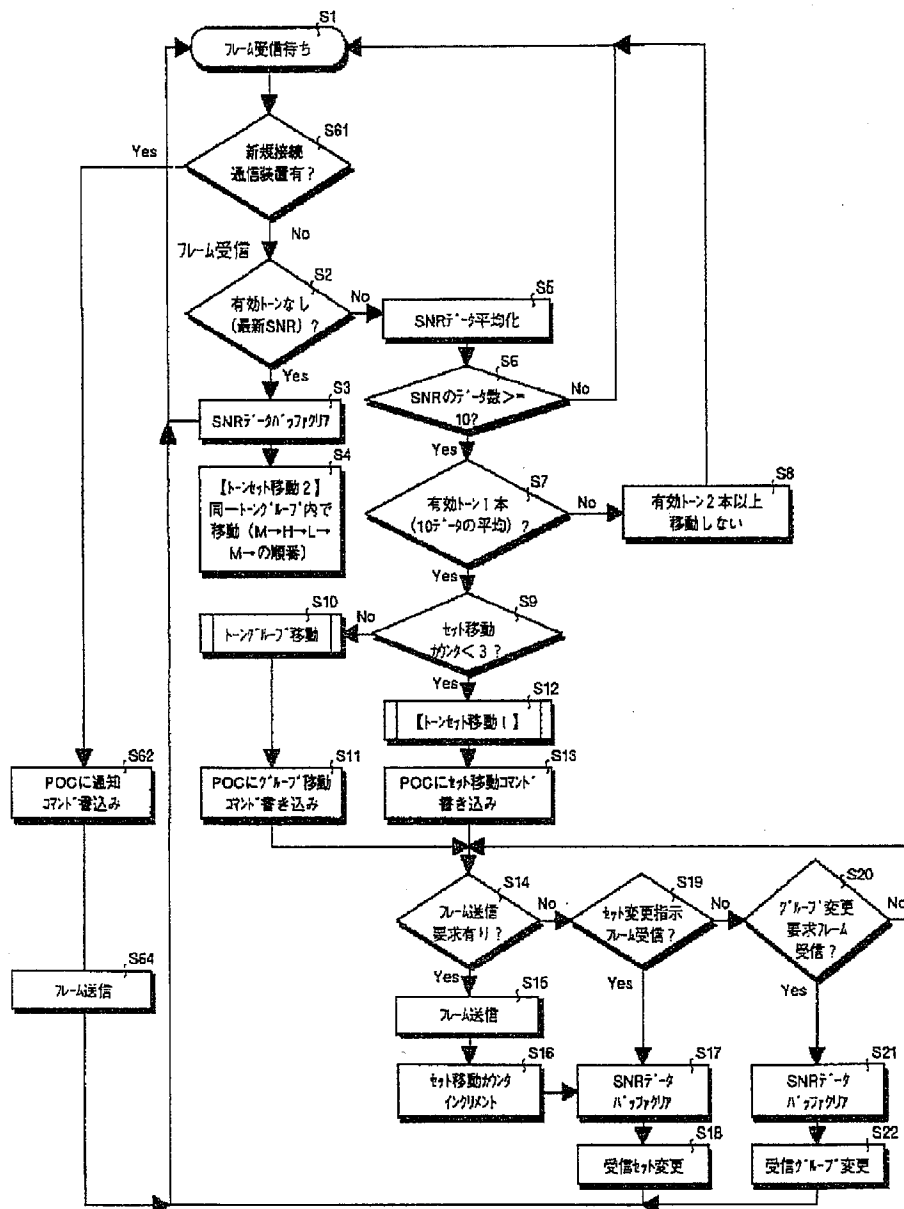
【図7】



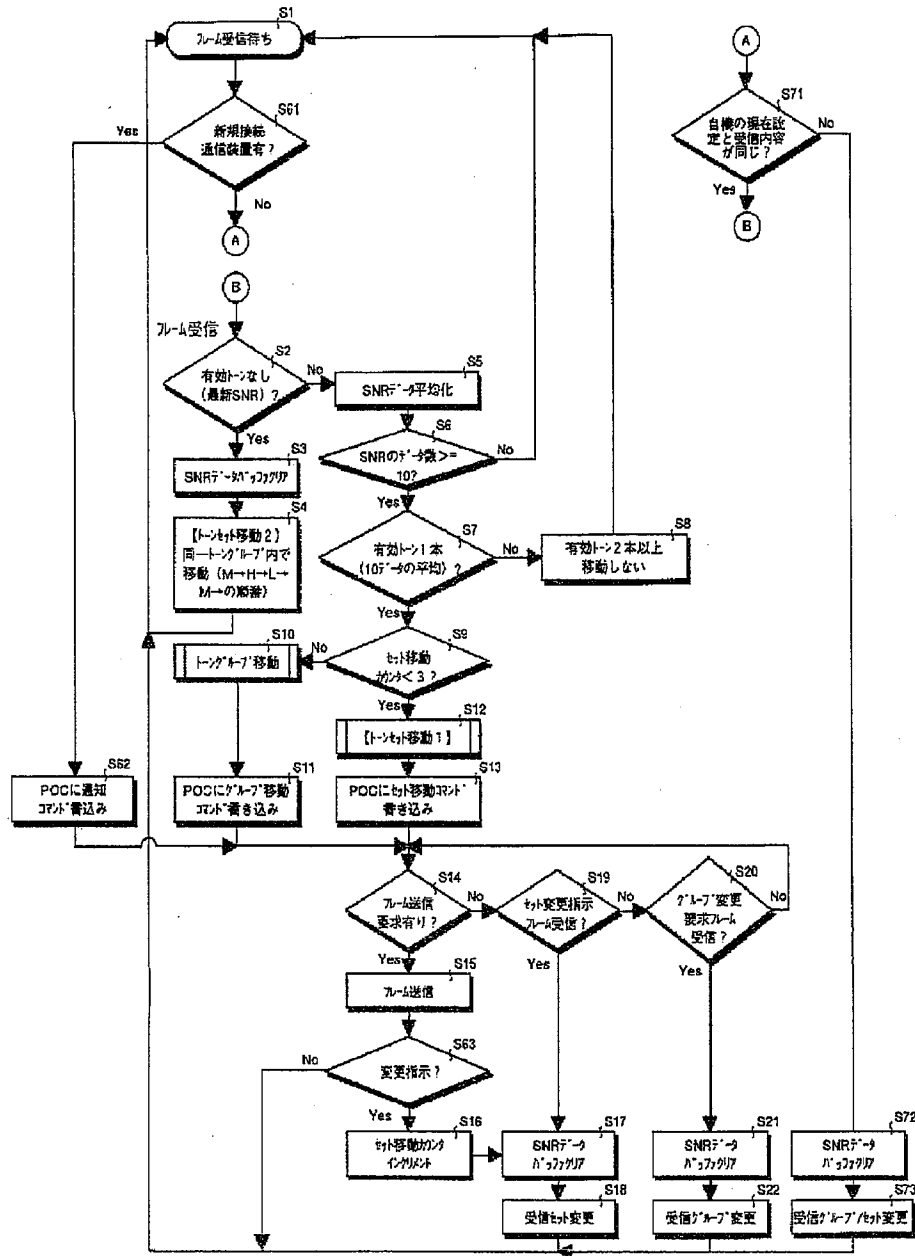
【図8】



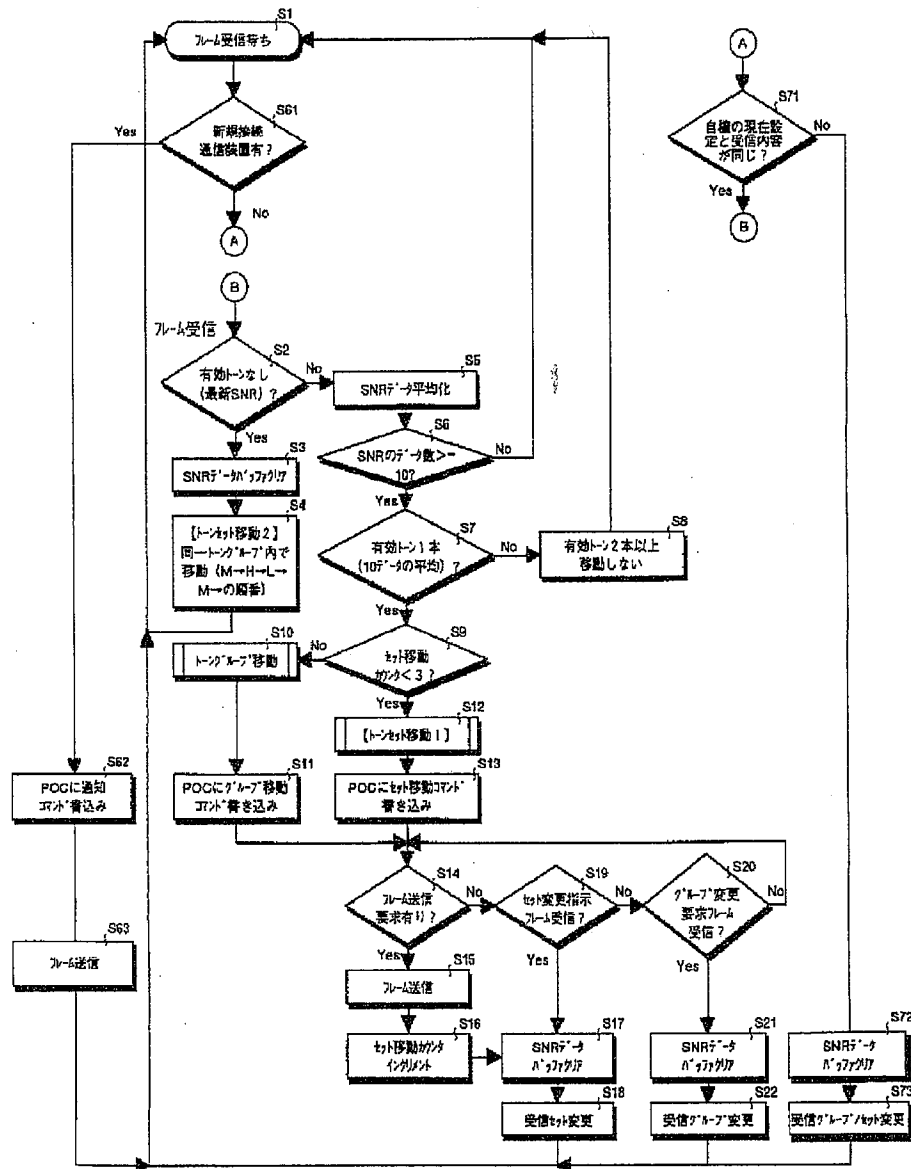
【図9】



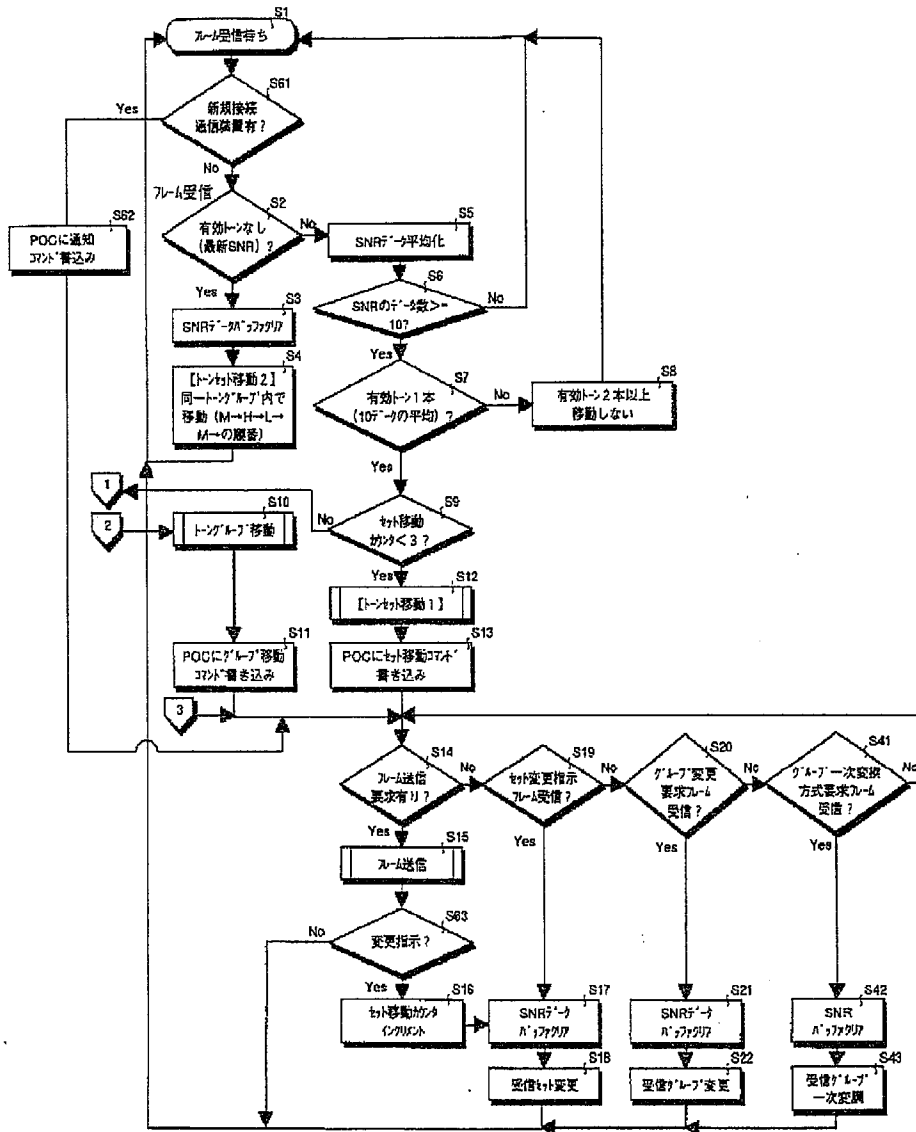
【図10】



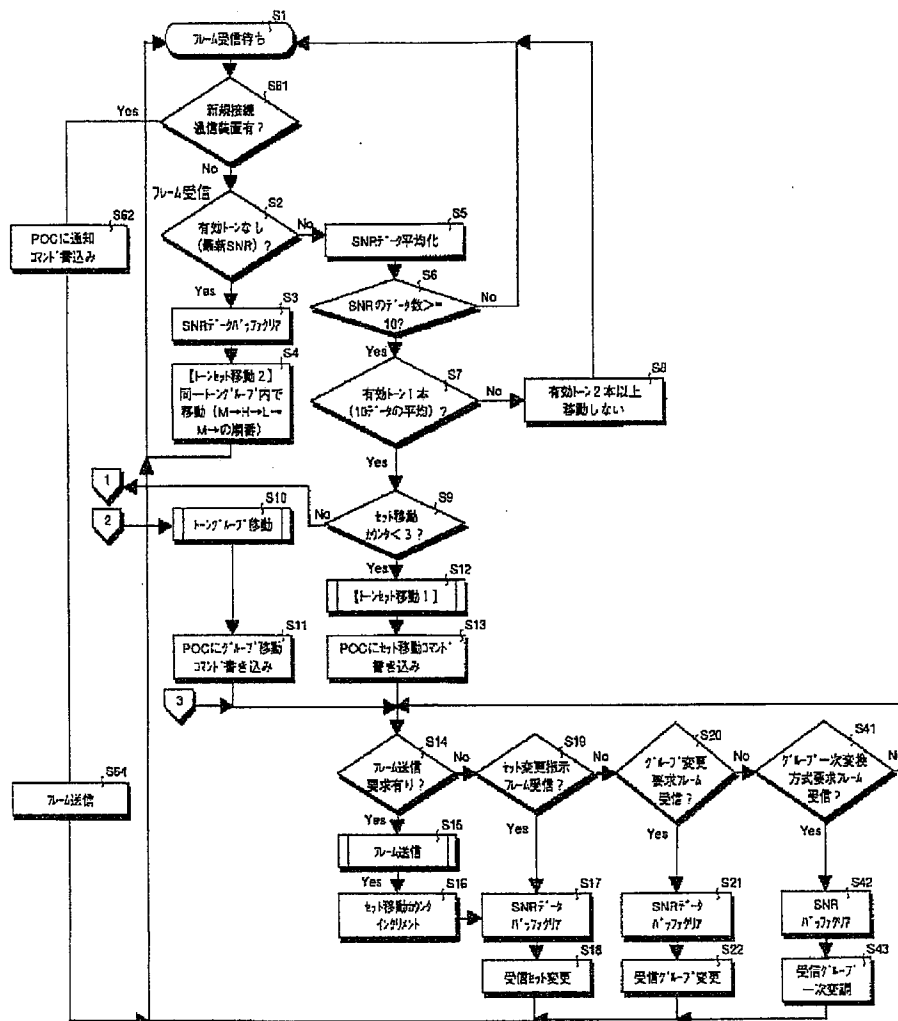
【図11】



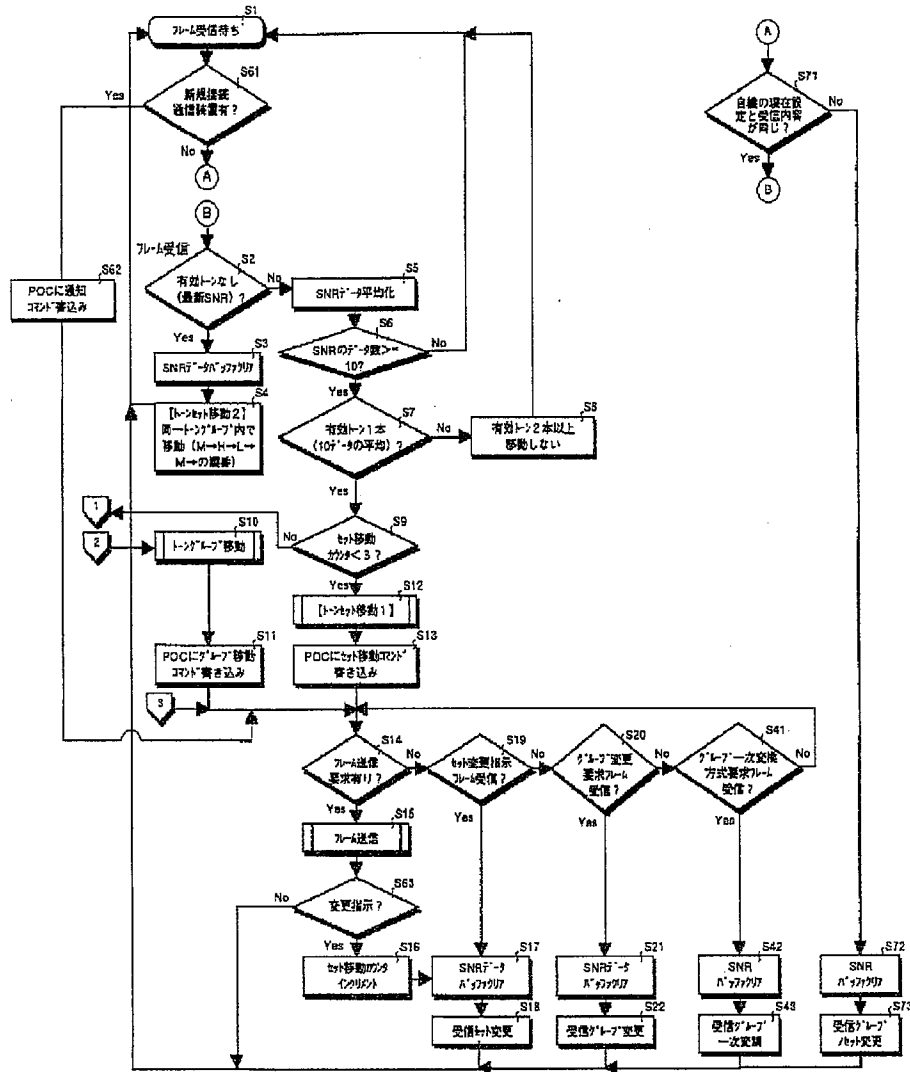
【図12】



【図14】



【図15】



```

graph TD
    S1([S1]) --> S61{S61}
    S61 -- Yes --> S62[POCに通知  
コード書き込み]
    S61 -- No --> A1((A))
    A1 --> B1((B))
    B1 --> S2{S2}
    S2 -- No --> S5{S5}
    S5 --> S6{S6}
    S6 -- No --> S7{S7}
    S7 -- No --> S8[有効トン2本以上  
移動しない]
    S7 -- Yes --> S9{S9}
    S9 -- No --> S8
    S9 -- Yes --> S10[トンネル移動]
    S10 --> S11[POCにグループ移動  
コード書き込み]
    S11 --> S12[トンネル移動1]
    S12 --> S13[POCにトンネル移動  
コード書き込み]
    S13 --> S14{S14}
    S14 -- No --> S19{S19}
    S14 -- Yes --> S15[フレーム送信]
    S15 --> S63{S63}
    S63 -- Yes --> S16[ビット移動  
インクリメント]
    S16 --> S17{S17}
    S17 --> S18[受信ビット変更]
    S18 --> S19
    S63 -- No --> S19
    S19 -- No --> S20{S20}
    S20 -- No --> S21{S21}
    S21 --> S22[受信グループ変更]
    S22 --> S23{S23}
    S23 -- No --> S24{S24}
    S24 --> S25[受信グループ  
一次集積]
    S25 --> S26{S26}
    S26 --> S27[受信グループ  
ビット変更]
    S27 --> S28{S28}
    S28 -- No --> S29{S29}
    S29 -- No --> S30{S30}
    S30 -- No --> S31{S31}
    S31 --> S32[受信グループ  
ビット変更]
    S32 --> S33{S33}
    S33 -- No --> S34{S34}
    S34 --> S35[受信グループ  
ビット変更]
    S35 --> S36{S36}
    S36 -- No --> S37{S37}
    S37 --> S38{S38}
    S38 --> S39{S39}
    S39 -- No --> S40{S40}
    S40 --> S41{S41}
    S41 --> S42[受信グループ  
ビット変更]
    S42 --> S43{S43}
    S43 -- No --> S44{S44}
    S44 --> S45{S45}
    S45 --> S46{S46}
    S46 --> S47{S47}
    S47 --> S48{S48}
    S48 --> S49{S49}
    S49 --> S50{S50}
    S50 --> S51{S51}
    S51 --> S52{S52}
    S52 --> S53{S53}
    S53 --> S54{S54}
    S54 --> S55{S55}
    S55 --> S56{S56}
    S56 --> S57{S57}
    S57 --> S58{S58}
    S58 --> S59{S59}
    S59 --> S60{S60}
    S60 --> S61
    S62 --> S61
    S63 --> S61
    S64 --> S61
    S65 --> S61
    S66 --> S61
    S67 --> S61
    S68 --> S61
    S69 --> S61
    S70 --> S61
    S71 --> S61
    S72 --> S61
    S73 --> S61
    S74 --> S61
    S75 --> S61
    S76 --> S61
    S77 --> S61
    S78 --> S61
    S79 --> S61
    S80 --> S61
    S81 --> S61
    S82 --> S61
    S83 --> S61
    S84 --> S61
    S85 --> S61
    S86 --> S61
    S87 --> S61
    S88 --> S61
    S89 --> S61
    S90 --> S61
    S91 --> S61
    S92 --> S61
    S93 --> S61
    S94 --> S61
    S95 --> S61
    S96 --> S61
    S97 --> S61
    S98 --> S61
    S99 --> S61
    S100 --> S61
  
```

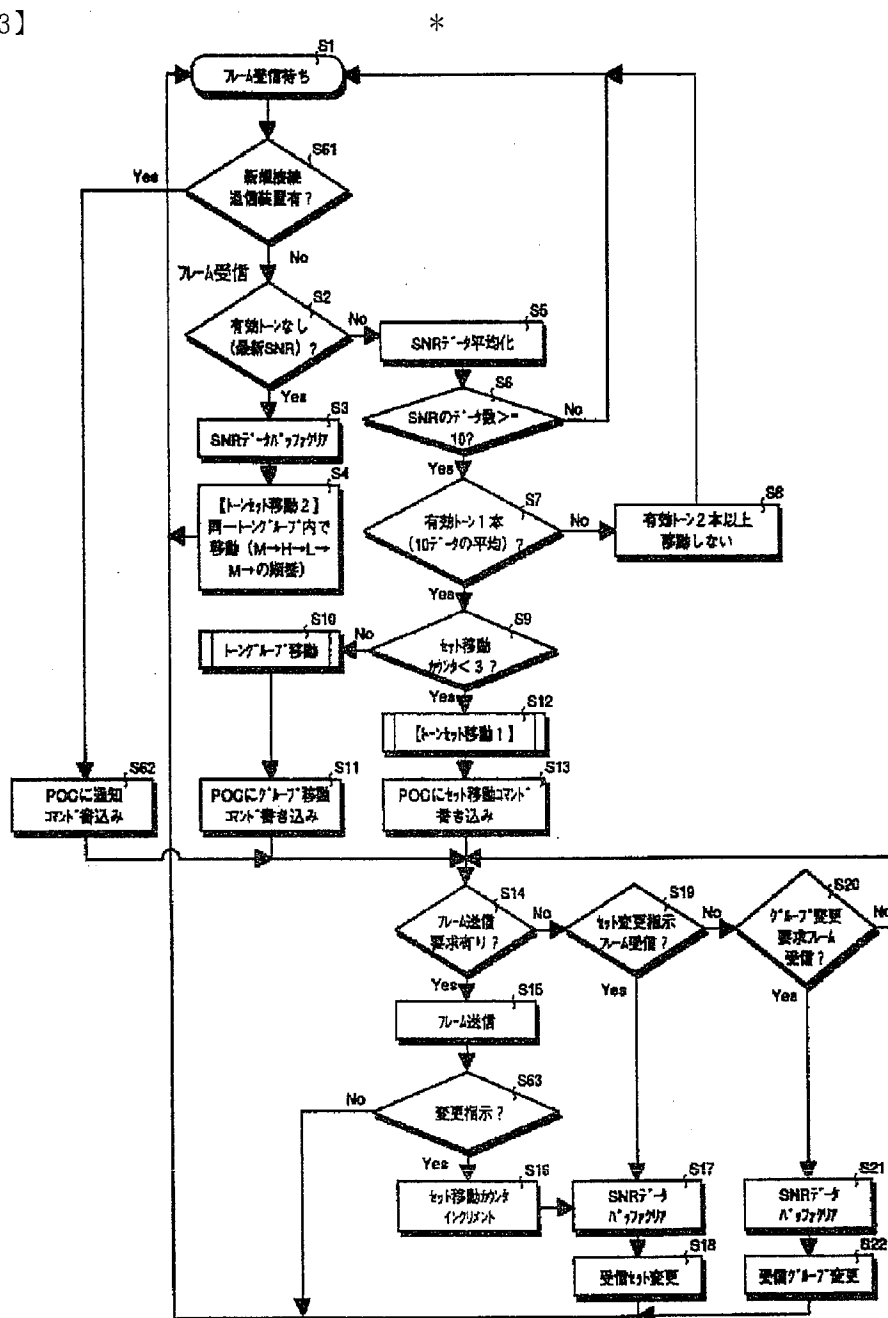
The flowchart illustrates the control logic of a radio communication system. It begins with a frame reception step (S1) leading to a decision on whether a new frame is received (S61). If yes, it notifies the POC (S62) and proceeds to a decision on whether the SNR is effective (S2). If no, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S5). If yes, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S6). If no, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S7). If yes, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S9). If no, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S8). If yes, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S10). If no, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S11). If yes, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S12). If no, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S13). If yes, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S14). If no, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S19). If yes, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S20). If no, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S21). If yes, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S22). If no, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S23). If yes, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S24). If no, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S25). If yes, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S26). If no, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S27). If yes, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S28). If no, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S29). If yes, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S30). If no, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S31). If yes, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S32). If no, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S33). If yes, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S34). If no, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S35). If yes, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S36). If no, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S37). If yes, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S38). If no, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S39). If yes, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S40). If no, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S41). If yes, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S42). If no, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S43). If yes, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S44). If no, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S45). If yes, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S46). If no, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S47). If yes, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S48). If no, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S49). If yes, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S50). If no, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S51). If yes, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S52). If no, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S53). If yes, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S54). If no, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S55). If yes, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S56). If no, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S57). If yes, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S58). If no, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S59). If yes, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S60). If no, it proceeds to a decision on whether the SNR is greater than a threshold (S61).

【0040】また、図5は、前記トーングループ内のトーンセットの定義を示す図である。たとえば、任意のトーングループを構成する5本のトーンのうち、連続する3本のトーンの組をトーンセットと定義する。すなわち、各トーングループ内の低周波側の連続する3本の組からなるトーンセットのセットポジションをLowポジションとし、高周波側の連続する3本の組からなるトーン

ンセットのセットポジションをHighポジションとし、中央のトーンセットのセットポジションをMiddleポジションとする。したがって、データ通信は、特定のトーングループのなかの特定のセットポジションで指定されるトーンセットを使用して行われる。

【手続補正3】

* 【補正対象書類名】 図面
【補正対象項目名】 図8
【補正方法】 変更
【補正内容】
【図8】



【手続補正4】

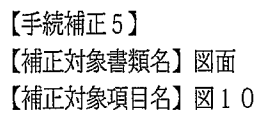
【補正対象書類名】 図面

【補正対象項目名】 図9

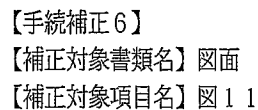
【補正方法】 変更

【補正内容】

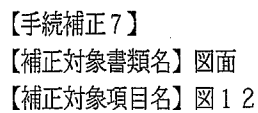
【図9】



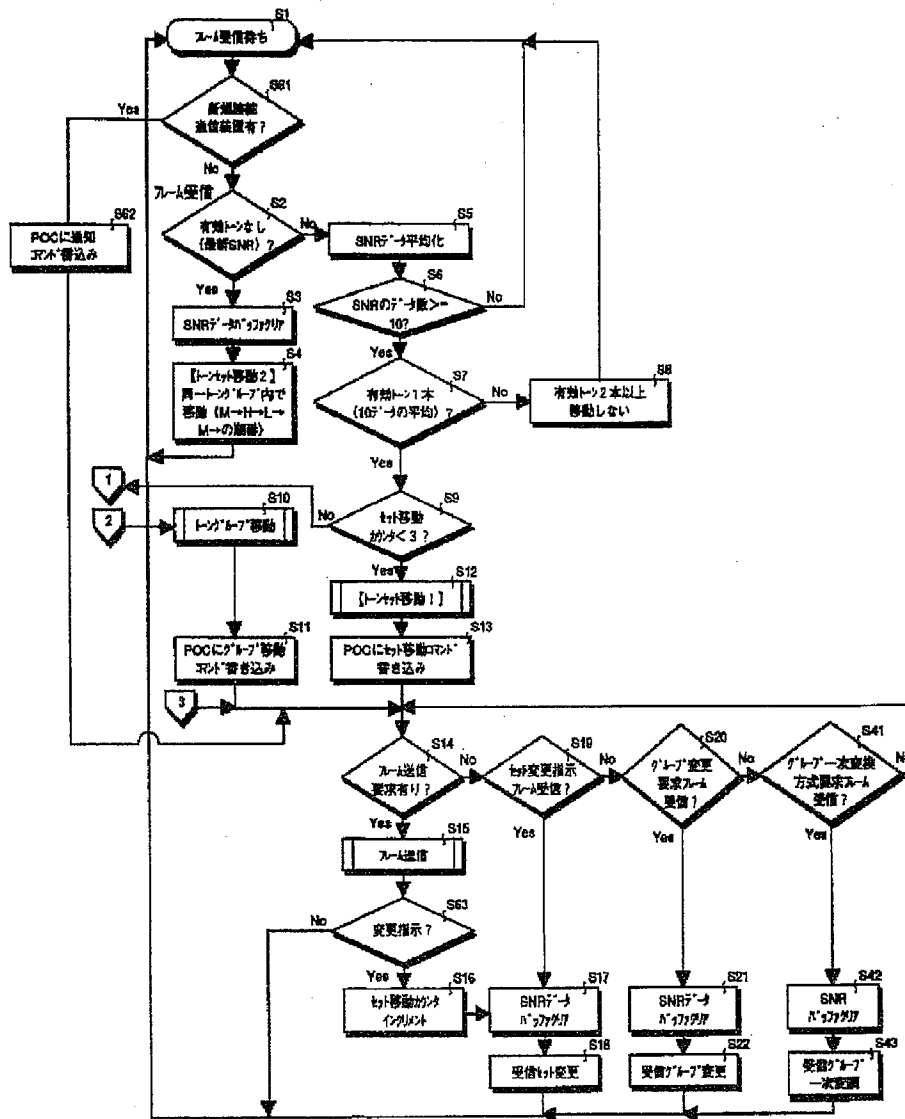
【補正方法】 変更
【補正内容】
【図 10】



【補正方法】 変更
【補正内容】
【図 1 1】

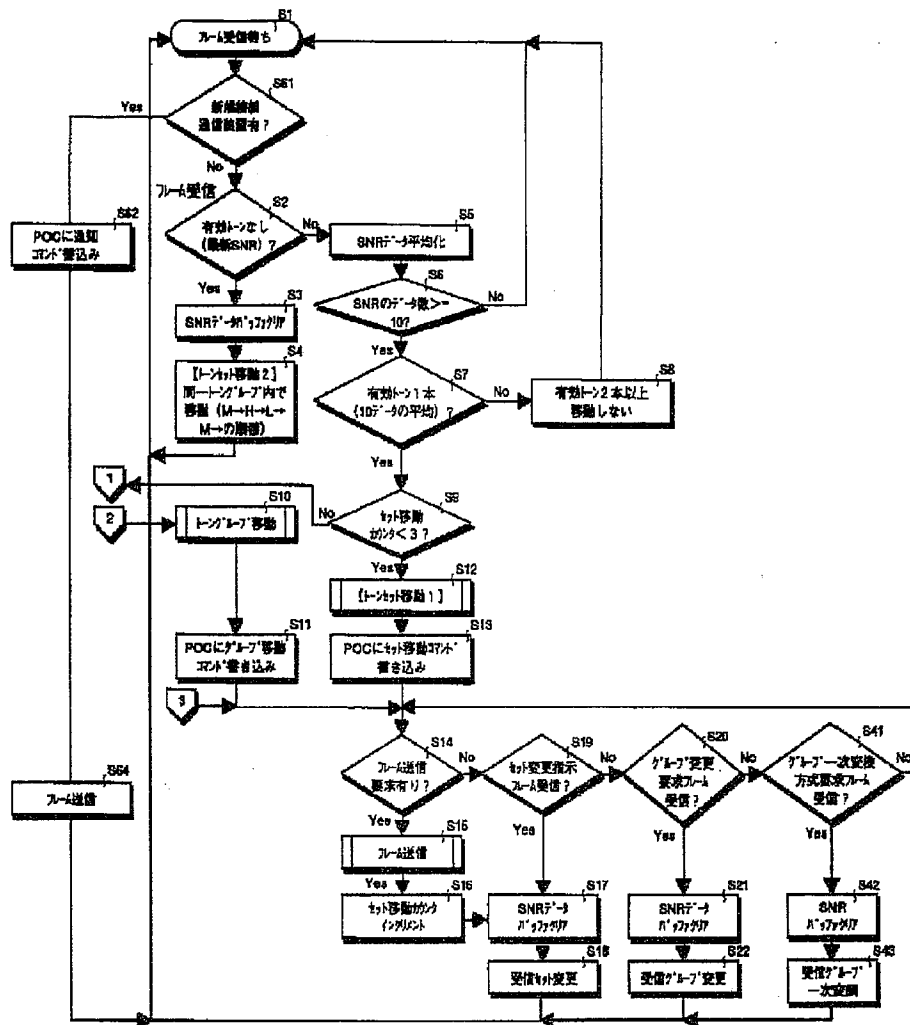


【補正方法】 変更
【補正内容】
【図 12】



【手続補正8】
 【補正対象書類名】図面
 【補正対象項目名】図14

【補正方法】変更
 【補正内容】
 【図14】



【手続補正9】

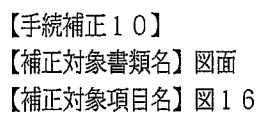
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図15

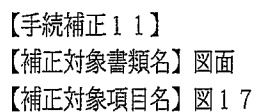
【補正方法】変更

【補正内容】

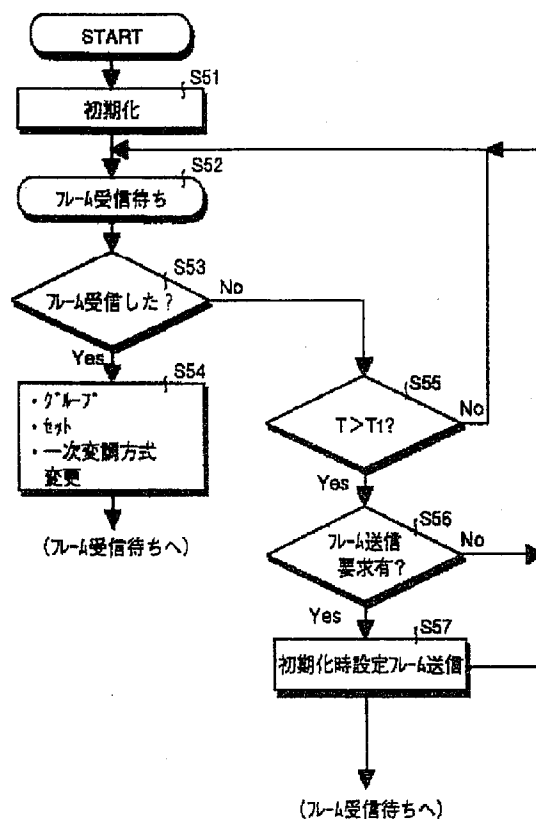
【図15】



【補正方法】 変更
【補正内容】
【図 16】



【補正方法】 変更
【補正内容】
【図 17】



フロントページの続き

(72)発明者 小泉 吉秋
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(72)発明者 松本 渉
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

Fターム(参考) 5K022 AA03 AA24 DD01
5K046 AA03 CC14 PP01 PS03 PS05
PS43 PS48 PS52 YY01

Description: JP 2001094526 (A)

METHOD AND DEVICE FOR COMMUNICATION



Available for JP 2001094526 (A) Description of corresponding document: EP 1133092 (A1)

Espacenet

The EPO does not accept any responsibility for the accuracy of data and information originating from other authorities than the EPO; in particular, the EPO does not guarantee that they are complete, up-to-date or fit for specific purposes.

TECHNICAL FIELD

[0001] The present invention relates to a communication method adopting a multi-carrier modulation-demodulation mode. More, particularly this invention relates to a communication method capable of realizing data communication using an existing power line by a DMT (Discrete Multi Tone) modulation-demodulation mode or an OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex) modulation-demodulation mode, and to a communication device capable of realizing the communication method. It is noted, however, that the present invention should not be limited to a communication device for holding communication using a power line by the DMT modulation-demodulation mode. The present invention is applicable to all communication devices holding wire communication and radio communication through an ordinary communication line by a multi-carrier modulation-demodulation mode or a single-carrier modulation-demodulation mode.

BACKGROUND ART

[0002] A conventional communication method will be described hereinafter. In recent years, attention is being paid to "a power line modem" for holding communication using an existing power line without adding a new communication line so as to cut cost and to make an effective use of existing facilities. This power line modem conducts various processings including the control of electrical products inside or outside of houses, in buildings, factories, shops and the like connected by a power line, data communication and the like by establishing a network.

[0003] As a power line modem of this type, one using an SS (Spread Spectrum) mode is currently proposed. This mode has disadvantages if the mode is used. For example, since spectra are emitted to range all over a given band, it is difficult that this SS mode and other communication modes coexist. In this mode, transfer rate for a used band is low. Further, if an existing power line which is not mainly intended at data communication such as a power line modem stated above is used for data communication, various equipment connected to the line so as to feed power to the equipment become noise sources. Thus, measures against noise should be taken.

[0004] Considering these disadvantages and from the view point of high noise resistance, communication methods adopting a multi-carrier communication mode capable of holding communication wherein the same data is put on a plurality of frequency bands and communication using frequency bands less influenced by noise, are gradually proposed. In this multi-carrier communication mode, to-be-transmitted information data is divided and subjected to a primary modulation such as frequency conversion at a transmission (modulation) side and then a secondary modulation using IFFT (inverse fast Fourier transformation), i.e., multi-carrier modulation is conducted, thereby spreading the information data which has been subjected to the primary modulation to multiple carriers. A reception (or demodulation) side which has received data on the respective tones which data spread to the multiple carriers, performs an opposite processing to that of the transmission side, thereby demodulating the received data to original information data.

[0005] According to the communication method using the conventional multi-carrier communication mode as described above, the modulation mode for the primary modulation cannot be selectively changed. Due to this, in a communication environment in which noise has great influence, communication quality is enhanced by putting the same data on a plurality of carriers or moving tones. For example, if the influence of noise is widespread, these measures cannot disadvantageously suppress the influence of noise and communication quality equal to or higher than a certain level cannot be disadvantageously maintained.

[0006] In the environments of power line communication, in-vehicle communication by means of a navigator equipment, a computer, an ITS communication device or other electronic equipment installed to an automobile or the like and in-train communication for electric railcars and the like, the level of noise from the other equipment such as inverter noise is high, widespread and changeable. As a result, it is quite difficult to maintain communication quality equal to or higher than a certain level. Thus, anti-noise measures other than the above-stated measures are further demanded.

[0007] It is an object of the present invention to provide a communication method capable of constantly maintaining high level, fixed communication quality without deteriorating characteristics even in communication environments greatly influenced by noise, and a communication device capable of realizing the communication method.

DISCLOSURE OF THE INVENTION

[0008] The communication method according to one aspect of this invention adopts a multi-carrier modulation-demodulation mode as a communication mode for data communication to be held among a plurality of communication devices connected to a transmission line and selects tones less influenced by noise and thereby operating to maintain fixed communication quality. The communication method comprises a first tone set movement step of monitoring the transmission line while the communication is held in a steady state, and judging that the communication quality cannot be maintained if there are no tones securing a specific standard, and moving a tone set by a predetermined method; a second tone set movement step of judging that the certain communication quality can be maintained and not moving the tone set if the number of tones securing the specific standard is equal to or higher than a predetermined number, and moving the tone set by the predetermined method if the number of the tones securing the specific standard is less than the predetermined number and it is judged that the communication quality cannot be maintained by moving the tone set in a same tone group; and a tone group movement step of moving the tone group by a predetermined method if it is judged that the communication quality cannot be maintained even by moving the tone set in the same tone group.

[0009] The above-mentioned communication method preferably further comprises a change step of recognizing a present state by monitoring a fixed tone set to which a position of a tone set currently used for communication is written, at a time of turning on power, and changing the tone set to the present state; and a frame transmission step of transmitting a frame using a tone set which has been set during initialization and waiting for a response from other communication devices if the fixed tone set cannot be received.

[0010] The above-mentioned communication method preferably further comprises a primary modulation mode selection step of selecting one of primary modulation modes having different noise resistances based on a predetermined standard if it is judged that the communication quality cannot be maintained even by making the primary modulation modes having different noise resistances selectable, executing movement of the tone set in the same tone group and executing movement of the tone group.

[0011] The above-mentioned communication method preferably further comprises a change step of recognizing a present state by monitoring a fixed tone set to which a position of a tone set currently used for communication and a primary modulation mode are written, at a time of turning on power, and changing the tone set to the present state; and a frame transmission step of transmitting a frame using a tone set which has been set during initialization and waiting for a response from other communication devices if the fixed tone set cannot be received.

[0012] In the above-mentioned communication method, in the primary modulation mode selection step, a DQPSK mode, a DBPSK mode and a BPSK + time diversity mode are selected as the primary modulation mode in this order.

[0013] In the above-mentioned communication method, in the first tone set movement step, the position of the tone set in the same tone group is gradually moved from either a low frequency side or a high frequency side.

[0014] In the above-mentioned communication method, in the second tone set movement step, the position of the tone set is moved so that a good tone is located at a center based on a result of checking whether the specific standard can be secured.

[0015] In the above-mentioned communication method, in the tone group movement step, the tone group is moved in an order of tone group numbers.

[0016] In the above-mentioned communication method, characterized in that if a frame is received from a newly connected communication device, information on a tone set currently used for communication is put on a fixed tone set and transmitted.

[0017] The communication device according to one aspect of this invention adopts a multi-carrier modulation-demodulation mode as a communication mode for data communication to be held among a plurality of communication devices connected to a transmission line and selects tones less influenced by noise and to thereby maintain fixed communication quality. Furthermore, the transmission line is monitored while the communication is held in a steady state, it is judged that the communication quality cannot be maintained if there are no tones securing a specific standard, and a tone set is moved by a predetermined method; it is judged that the certain communication quality can be maintained and the tone set is not moved if the number of tones securing the specific standard is equal to or higher than a predetermined number, and the tone set is moved by the predetermined method if the number of the tones securing the specific standard is less than the predetermined number and it is judged that the communication quality cannot be maintained by moving the tone set in a same tone group; and the tone group is moved by a predetermined method if it is judged that the communication quality cannot be maintained even by moving the tone set in the same tone group.

[0018] In the above-mentioned communication device, a present state is recognized by monitoring a fixed tone set to which a position of a tone set currently used for communication is written at a time of turning on power, and the tone set is changed to the present state; and a frame is transmitted using a tone set which has been set during initialization and a response from other communication devices is awaited if the fixed tone set cannot be received.

[0019] In the above-mentioned communication device, one of primary modulation modes having different noise resistances is selected based on a predetermined standard if it is judged that the communication quality cannot be maintained even by making the primary modulation modes having different noise resistances selectable, executing movement of the tone set in the same tone group and movement of the tone group.

[0020] In the above-mentioned communication device, a present state is recognized by monitoring a fixed tone set to which a position of a tone set currently used for communication and a primary modulation mode are written, at a time of turning on power, and the tone set is changed to the present state; and a frame is transmitted using a tone set which has been set during initialization and a response from other communication devices is awaited if the fixed tone set cannot be received.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0021] FIG. 1 is a block diagram showing the constitution of a communication device according to the present invention; FIG. 2 is a block diagram showing the constitution of a frame generated in a framing processing in a framing circuit 1 and the constitution of a POC field in the frame; FIG. 3 is a view showing a POC modulation mode field and the contents of control commands; FIG. 4 is a view showing the definition of tone groups used by the communication device for data communication; FIG. 5 is a view showing the definition of a tone set in the tone group; FIG. 6 is a flow chart showing a tone movement method; FIG. 7 is a flow chart showing an ordinary modulation mode change method; FIG. 8 is a flow chart (Example 1-1) in a first embodiment of the communication method according to the present invention; FIG. 9 is a flow chart (Example 1-2) in the first embodiment of the communication method according to the present invention; FIG. 10 is a flow chart (Example 2-1) in the first embodiment of the communication method according to the present invention; FIG. 11 is a flow chart (Example 2-2) in the first embodiment of the communication method according to the present invention; FIG. 12 is a flow chart (Example 3-1) in the first embodiment of the communication method according to the present invention; FIG. 13 is a flow chart (Example 3-2) in the first embodiment of the communication method according to the present invention; FIG. 14 is a flow chart (Example 4-1) in the first embodiment of the communication method according to the present invention; FIG. 15 is a flow chart (Example 4-2) in the first embodiment of the communication method according to the present invention; FIG. 16 is a flow chart (Example 1-1) in a second embodiment of the communication method according to the present invention; FIG. 17 is a flow chart (Example 1-2) in the second embodiment of the communication method according to the present invention; FIG. 18 is a flow chart for the second embodiment of the communication method according to the present invention; FIG. 19 is a flow chart (Example 2-1) in the second embodiment of the communication method according to the present invention; FIG. 20 is a flow chart (Example 2-2) in the second embodiment of the communication method according to the present invention; FIG. 21 is a flow chart (Example 3-1) in the second embodiment of the communication method according to the present invention; FIG. 22 is a flow chart (Example 3-2) in the second embodiment of the communication method according to the present invention; FIG. 23 is a flow chart (Example 4-1) in the second embodiment of the communication method according to the present invention; FIG. 24 is a flow chart (Example 4-2) in the second embodiment of the communication method according to the present invention; and FIG. 25 is a flow chart in a third embodiment of the communication method according to the present invention.

BEST MODE FOR CARRYING OUT THE INVENTION

[0022] Preferred embodiments of a communication method and a communication device according to the present invention will be described hereinafter in detail based on the drawings. It is noted that the present invention should not be limited to these embodiments.

[0023] The communication device according to the present invention actively detects tone having a high S/N ratio (Signal to Noise Ratio) so as to constantly maintain a high rate, that is, so that the S/N ratio is equal to or higher than a predetermined threshold value, makes primary modulation modes having different noise resistances selectable and selects one of the primary modulation modes according to the S/N ratio of a received signal, thereby maintaining higher level, fixed communication quality.

[0024] FIG. 1 is a block diagram showing the constitution of the communication device according to the present invention. In this embodiment and the following embodiments, an explanation will be given about a power line modem for holding data communication using an existing power line as a concrete example. The communication device according to the present invention is not limited to the power line modem but the present invention is also applicable to all communication devices holding wire communication and radio communication through an ordinary communication line by means of a multi-carrier modulation-demodulation mode or a single-carrier modulation-demodulation mode. In addition, the meanings of a carrier and a tone used in the following description are the same.

[0025] In FIG. 1, reference character 1 denotes a framing circuit, reference character 2 denotes a primary modulator, 3 denotes a tone selector, reference character 4 denotes an inverse Fast Fourier Transform circuit (IFFT: Inverse Fast Fourier Transform), reference character 5 denotes a parallel/serial conversion circuit (P/S), and reference character 6 denotes a digital/analog conversion circuit (D/A). Furthermore, reference character 7 denotes a transmission line (or power line), and reference character 8 denotes a coupling circuit. Furthermore, reference character 9 denotes a noise measuring instrument and reference character 10 denotes a control circuit. Furthermore, reference character 11 denotes a de-framing circuit, reference character 12 denotes a primary demodulator, reference character 13 denotes a tone selector, reference character 14 denotes a Fast Fourier Transform circuit (FFT: Fast Fourier Transform), reference character 15 denotes a serial/parallel conversion circuit (S/P), and reference character 16 denotes an analog/digital conversion circuit (A/D). Furthermore, reference character 17 denotes a carrier detector, and reference character 18 denotes a dummy carrier generator. The framing circuit 1, the primary modulator 2, the tone selector 3, the IFFT 4, the P/S 5, the D/A 6 constitute a transmission system. On the other hand, the A/D 16, the S/P 15, the FFT 14, the tone selector 13, the primary demodulator 12 and the de-framing circuit 11 constitute a reception system.

[0026] In a system in which a plurality of communication devices each constituted as stated above are connected to a power line serving as a transmission line, the respective communication devices, for example, cooperate with one another, whereby it is ensured changing carriers and, after changing carriers, i.e., after moving tones, it is ensured that a communication device newly connected to the power line can follow up the tone movement and the change of the primary modulator.

[0027] Operation of the above-mentioned communication device will be described. The operation of the transmission system will be explained first. For example, if transmission data is inputted from a data processor (not shown) connected to the communication device (or power line modem), the framing circuit 1 conducts a framing processing shown in FIG. 2 to be described later and outputs a resultant frame to the primary modulator 2. The primary modulator 2 modulates the received frame according to a mode instructed by primary modulation/demodulation mode selection information from the control circuit 10, encodes the same frame to a plurality of tones in a multi-carrier modulation mode and then outputs a resultant signal to the tone selector 3. In this embodiment, it is assumed that the primary modulation/demodulation mode selection information instructed to conduct primary-modulation in a DQPSK modulation mode is inputted by default. In addition, the primary modulator 2 encodes the same frame to five tones (to be referred to as "tone set" hereinafter) #32, #48, #48, #64, #80 and #96 as shown in FIG. 4 to be described later.

[0028] Thereafter, the tone selector 3 selects three tones #48, #68 and #80 from the tone set based on primary modulation mode change information from the control circuit 10, and outputs the selected tones to the IFFT 4. The IFFT 4 inversely

Fourier-transforms the received three tones #48, #68 and #80, thereby converting frequency axis data into time axis data and outputting the converted data to the P/S 5.

[0029] The P/S 5 converts the parallel data outputted from the IFFT 4 into serial data, and then outputs the serial data to the D/A6. Finally, the D/A 6 conducts digital/analog conversion to thereby convert the serial data into an analog signal, and transmits the analog signal to other communication devices (not shown) connected to the power line 7 through the coupling circuit 8 and the power line 7.

[0030] As a result, as shown in FIG. 5 to be described later, the same multi-carrier data put on the three tones away from one another at frequency intervals of 16 tones on the frequency axis, respectively, are outputted onto the power line 7. Because of the fact that three multi-carrier data at frequency intervals of 16 tones are transmitted, even if noise concentrates in a certain frequency band, a reception apparatus receiving the data can transmit data sufficiently resistible against noise compared with single-carrier power line communication by as much as the frequency intervals.

[0031] The operation of the reception system will be explained now. Since only one communication device is connected to the transmission line for the convenience of description, the constitution of the reception system shown in FIG. 1 will be described hereinafter. First, if multi-carrier data is transmitted from the transmission system as already described above, the reception system of the other communication device performs an opposite operation to that of the transmission system and demodulates the data. Namely, the reception system captures the three multi-carrier data transmitted from the transmission-side communication device. Then, the A/D 16 conducts analog/digital conversion to thereby convert the data into digital data, the S/P 15 converts the digital data converted from the serial data into parallel data, and outputs the parallel data to the FFT 14.

[0032] The FFT 14 Fourier-transforms the parallel data to thereby convert the multi-carrier data on the time axis into data on the frequency axis, and outputs the frequency axis data to the tone selector 13 and the noise measuring instrument 9. Then, the tone selector 13 selects the three tones #48, #64 and #80 designated by the control circuit 10, and outputs the selected tones to the primary demodulator 12. The primary demodulator 12 demodulates the same data with these three tones of #48, #64 and #80 according to a primary demodulation mode designated by the primary modulation/demodulation mode selection information from the control circuit 10.

[0033] Finally, the de-framing circuit 11 conducts a de-framing processing to the primarily demodulated data to thereby generate reception data, and outputs the reception data to an equipment (not shown) connected to the communication device. The de-framing processing is a processing opposite to the framing processing conducted by the framing circuit 1, for separating a preamble and a control code from the frame of the primarily modulated data and synthesizes only a data field, i.e., for restructuring the reception data in the form of the original transmission form.

[0034] FIG. 2 is a block diagram showing the constitution of the frame generated in the framing processing conducted by the framing circuit 1 and the constitution of a POC (power Line Overhead Control) field in the frame. The frame shown in FIG. 2 consists of a preamble field which is the region of a signal for carrier detection and symbol synchronization, a synchronization code field which is the region of a fixed code which is preset, a FrameType (FT) field which is the region of a signal indicating the length of a data field, a HouseCode (HC) field which is the region of a house identification code, a POC field which is the region of control commands used on a physical layer, an R-S code field which is the region of an error correction code with respect to the FT, HC and POC fields, and the data field. This frame is generated in the framing circuit 1, modulated by the above-stated processing and then outputted to the transmission line 7.

[0035] The frame on the transmission line is received by all the communication devices connected to the transmission line. If the control circuit 10 of one of the communication devices identifies the HC field to find that the HC field coincides with the HC of a house where the communication device is located, then the control circuit 10 judges that the data being transmitted on the transmission line 7 is addressed to the communication device and conducts error check/correction using the R-S (read Solomon) code to grasp the content of the data. If the HC field of the frame is not coincident with the HC field of the frame, the control circuit 10 does not operate.

[0036] The POC field consists of a two-bit communication mode field which sets communication rate, a two-bit modulation mode field which indicates a selectable modulation mode, a one-bit command field which indicates control commands, a two-bit sub-commands indicating the functions of the control commands, an 8-bit command argument which indicates setting information on the respective functions, and one extension bit. The POC is used, for example, to conduct processings including tone movement and modulation mode change. These control commands in the POC field are added, together with the data, to the frame by the framing processing and separated/extracted from the frame by the de-framing processing.

[0037] FIG. 3 shows the contents of the modulation mode field and the control commands in the POC shown in FIG. 2. In FIG. 3, only the fields related to this embodiment are shown. To be specific, if the modulation mode field is [00], DQPSK is selected as the primary modulation mode, if [01], DBPSK is selected, if [10], DBPSK + time diversity is selected (see FIG. 3 (a)). A pseudo command of command [0] is one used when communication is held in a steady state. If the pseudo command is [0] and a sub-command thereof is NOP [00], it indicates a command meaning "NOP: no operation is performed". If tone movement or modulation mode change is not made, this command is usually inserted into the command field. If the command is [0] and a sub-command thereof is dummy [01], it indicates a command meaning that this frame is a dummy frame and that no data is present in the data field and positional information on tones which is now in use, i.e., positional information on active tones (see FIG. 3(b)). The 8-bit command argument corresponding to each sub-command makes a setting for a current tone set, i.e., sets a present tone group, a tone set position and a modulation mode.

[0038] Further, a communication setting change command of command [1] is one used when making tone movement and modulation mode change. For example, if the command is [1] and a sub-command thereof is instruction [10], it indicates a command for instructing tone movement or modulation mode change. If the command is [1] and a sub-command thereof is notification [11], it indicates a command, for example, for notifying a communication device newly connected to the transmission line 7 of a present state. The command argument corresponding to each sub-command makes a change setting/current setting, i.e., sets tone groups before and after change, the position of the tone set and a modulation mode. In the description which follows, an active tone set means a specific tone set (of three tones) in a specific tone group (of five tones) used for data communication. An active tone means one arbitrary tone among the three tones constituting the active tone set. A default tone set means a fixed tone set consisting of tones #48, #64 and #80. A default tone is one arbitrary tone among the three tones constituting the default tone set.

[0039] It is noted that the contents of control commands shown in FIG. 3 (b) described above is based on the following. For example, if "active tone set (ATS) NOTEQUAL default ton set (DTS)", the ATS means NOP and the DTS means a dummy frame in ordinary operation (with the control command [0]). The ATS means instruction and the DTS means a dummy frame when a communication setting is changed (communication setting change [1]). The ATS means notification and the DTS means a dummy frame when a newly connected communication device is discovered. On the other hand, if "ATS = DTS", the ATS (= DTS) means NOP in ordinary operation (with control command [0]), and the ATS (= DTS) means instruction when a communication setting is changed (communication setting change [1]).

[0040] FIG. 4 shows the definition of a tone group used by the communication device shown in FIG. 1 for data communication. For example, in the communication device for power line communication, it is assumed that there are 80 (#17 to #96) tones at intervals of 4.3125 kHz as shown in FIG. 4 (a). A group of five tones selected at intervals of 16 tones is defined as a tone group, and 16 tone groups (tone groups 0 to 15) starting at tone #17 to tone #32 as shown in FIG. 4(b).

[0041] FIG. 5 shows the definition of tone sets in the above-stated tone groups. It is defined, for example, that a set of continuous three tones among the five tones constituting an arbitrary tone group is a tone set. Namely, the set position of a tone set consisting of three continuous tones at a low frequency side in each tone group is Low position, that of a tone set consisting of three continuous tones at a high frequency side is High position, that of a central tone set is Middle position. Therefore, data communication is conducted using a tone set designated at a specific set position in a specific tone group.

[0042] Now, an explanation will be given about an ordinary tone movement method and a modulation mode change method in the communication device shown in FIG. 1 with reference to the drawings. FIG. 6 is a flow chart showing the ordinary tone movement method. First, if the noise measuring instrument 9 of a certain communication device (or power line modem) connected to the transmission line 7 measures noise and judges that it is difficult to continue communication with a current tone group and a current set position, then the communication device becomes a virtual master in a tone movement processing and starts a virtual master processing (in a step S100). The control circuit 10 of this virtual master selects a tone group to which the current tone group is desired to be moved and a set position to which the current set position is desired to be moved (in a step S101), and outputs a tone change request showing the desired tone group and the desired set position onto the power line 7 (in a step S102).

[0043] Thereafter, the virtual master judges whether or not the master receives information indicating the rejection of change from a communication device other than the virtual master within a preset time (in a step S103 and "No" in a step S104).

[0044] On the other hand, all the communication devices except for the virtual master which received the tone change request from the virtual master (in a step S201) judge whether to approve the change of the tone group and the set position, respectively (in a step S202). It is noted that each of the communication devices senses carriers and receive all communication data flowing on the transmission line at a physical layer level regardless of whether the data transmitted on the power line 7 is addressed to the communication device. If the data is addressed to a certain communication device, for example, the communication device passes only the data field thereof to superordinate layers and if not, the communication device does not operate at all.

[0045] If a certain communication device judges that the change of the tone group and the set position is rejected ("No" in a step S203), the communication device generates information indicating the rejection of tone change and transmits the information to the virtual master (in a step S204). If judging that the change of the tone group and the set position is not rejected ("Yes" in the step S203), the communication device moves to a processing in a step S205 to be described later.

[0046] For example, if the virtual master receives information indicating the rejection of tone change within a set time ("Yes" in the step S104), it means that at least one communication device other than the virtual master rejects the change of the tone group and the set position. In response, the virtual master gives up changing the tone group and the set position and finishes the virtual master processing (in a step S105). On the other hand, if the virtual master does not receive the information indicating the rejection of tone change within the set time ("No" in the step S104, "Yes" in the step S103), it means that all the communication devices except for the virtual master approve to change the tone group and the set position. Therefore, the virtual master generates a tone change instruction showing a tone group and a set position to which the current tone group and set position are to be changed, and transmits the instruction to all the communication devices except for the virtual master (in a step S106). The virtual master then changes the tone group and the set position of itself to the tone group and the set position selected in the step S101 (in a step S107).

[0047] Further, if a certain communication device other than the virtual master judges that the device does not reject the change of the tone group and the set position in the processing of the step S203 ("Yes" in the step S203), the communication device judges whether to receive the rejection of change from the other communication devices except for the virtual master (in a step S205). If the certain communication device receives the rejection ("Yes" in the step S205), the communication device finishes a series of processings without making a tone change. If not receiving the rejection ("No" in the step S205), the communication device waits for a change instruction from the virtual master ("No" in a step S206). When receiving the change instruction ("Yes" in the step S206), the communication device changes the tone group and the set position of itself to the tone group and the set position in accordance with the change instruction (in a step S207).

[0048] In case of a communication device newly connected to the transmission line, since the communication device does not recognize the tone group and the set position currently used for communication, the communication device promptly searches for the tone group and the set position used for communication by using the default tone set and makes a tone movement based on the search result. Further, a status in which the tone movement is necessary usually means that a communication state is deteriorated by noise and that some communication devices may highly likely not be able to receive an instruction or the like by a command issued only once. In this case, therefore, assuming that a change request or the rejection of change cannot be received by the command issued once, the transmission of the change request or the rejection of change is conducted a plurality of times.

[0049] FIG. 7 is a flow chart showing an ordinary modulation mode change method. First, if the noise measuring instrument 9 of a certain communication device connected to the transmission line 7 measures noise and judges that it is difficult to continue communication with a current tone group and a current set position, then the communication device becomes a virtual master in modulation mode change processing and starts a virtual master processing (in a step S300). The control circuit of the virtual master selects a primary modulation mode to which a current modulation mode is desired to be changed (in a step S301), and outputs a modulation mode change request indicating the desired primary modulation mode to the power line 7 (in a step S302).

[0050] Then, the virtual master judges whether or not the virtual master receives information indicating the rejection of change from communication devices other than the virtual master (in a step S303 and "NO" in a step S304).

[0051] On the other hand, all the communication devices except for the virtual master which received the modulation mode change request from the virtual master (in a step S401) judge whether to approve the change of the primary modulation mode (in a step S402). If judging that the change of the primary modulation mode is rejected ("No" in a step S403), each communication device generates information indicating the rejection of modulation mode change, and transmits the information to the virtual master (in a step S404). If judging that the change of the primary modulation mode is not rejected ("Yes" in the step S403), the communication device moves to a processing in a step S405 to be described later.

[0052] For example, if the virtual master receives information indicating the rejection of modulation mode change within a set time ("Yes" in the step S304), it means that at least one communication device other than the virtual master rejects the change of the primary modulation mode. In response, the virtual master gives up changing the primary modulation mode and finishes the virtual master processing (in a step S305). On the other hand, if the virtual master does not receive the information indicating the rejection of modulation mode change within the set time ("No" in the step S304 and "YES" in the step S303), then it means that all the communication devices except for the virtual master approve to change the primary modulation mode. Therefore, the virtual master generates a modulation mode change instruction indicating a modulation mode to which the current modulation mode is to be changed, and transmits the instruction to all the communication devices except for the virtual master (in a step S306). Then, the virtual master change the primary modulation mode of its own to the modulation mode selected in the step S301 (in a step S307).

[0053] Further, if a certain communication device other than the virtual master judges that the change of the primary modulation mode is not rejected in the step S403 ("Yes" in the step S403), then the communication device other than the virtual master judges whether to receive the rejection of the modulation mode change from the other communication devices except for the virtual master (in a step S405). If judging not to receive the rejection ("No" in the step S405), the communication device waits for the modulation mode change instruction from the virtual master ("No" in a step S406). When receiving the modulation mode change instruction ("Yes" in the step S406), the communication device changes the primary modulation mode of its own to the modulation mode in accordance with the instruction (in a step S407).

[0054] In case of a communication device newly connected to the transmission line, since the communication device does not recognize the primary modulation mode currently used for communication, the communication device promptly searches for the primary modulation mode currently used for communication and changes the modulation mode of its own based on the search result. Further, a status in which the primary modulation change is necessary usually means that a communication state is deteriorated by noise and that some communication devices may highly likely not be able to receive an instruction or the like by a command issued only once. In this case, therefore, assuming that a change request or the rejection of change cannot be received by the command issued once, the transmission of the change request or the rejection of change is conducted a plurality of times.

[0055] However, in the tone movement and the modulation mode change shown in FIG. 6 and FIG. 7, even if a certain communication device judges that change is to be made, all the communication devices connected to the transmission line 7 can output the rejection of change. It is, therefore, possible to easily interrupt the tone movement and the modulation mode change. Thus, even if transmission rate is slightly decreased, all the communication devices are controlled not to make the tone movement and the modulation mode change in response to the rejection of change from the certain communication device.

[0056] Considering this, in this embodiment, the communication device actively detects tones having a high S/N ratio so as to constantly maintain high transmission rate, i.e., so that the S/N ratio can be maintained to be equal to or higher than a predetermined threshold value. Besides, the communication device moves current tones to the detected tones without waiting for the rejection of change from the other communication device and constantly holds communication with appropriate tones, thereby maintaining high level, fixed communication quality.

[0057] FIG. 8 and FIG. 9 are flowcharts of the first embodiment of a communication method according to the present invention. Here, an explanation will be given about a case of moving tones, i.e., changing a tone group and a set position while communication is held in a steady state. For example, if data communication is held in a steady state, the control circuit 10 of each of all the communication devices connected to the transmission line 7 monitors the transmission line 7 (in a step S1 in FIG. 8). At this moment, the control circuit 10 judges whether or not there is a communication device newly connected to the transmission line 7 (in a step S61). If there is a newly connected communication device ("Yes" in the step S61), the control circuit 10 writes a notification command to the POC field of a frame (in a step S62). If there is a frame transmission request, the control circuit 10 transmits the frame ("Yes" in a step S14 in FIG. 9 and in a step S15) and responds to the newly connected communication device. By doing so, it is possible to notify the newly connected control device which cannot follow up the other communication devices which are holding communication in a steady state of the position of an active tone set. In this case, a change instruction command is not transmitted ("No" in a step S63), processings in a step S16 and the following are not conducted.

[0058] If it is judged in the step S61 in FIG. 8 that there is no newly connected communication device ("No" in the step S61), the control circuit 10 checks whether there is effective tones (in a step S2 in FIG. 8), i.e., whether three active tones maintain an S/N ratio (BER) equal to or higher than a specific threshold value. For example, if the current three active tones cannot maintain the specific threshold value ("Yes" in the step S2), the control circuit 10 judges that communication quality cannot be maintained and the communication device in which the control circuit 10 is provided clears an internal SNR data buffer (not shown) used to measure the S/N ratio (in a step S3) and then makes a tone set movement (in a step S4).

[0059] In this case, a set position in the same tone group is moved and the tone set is moved in the order of, for example, Middle position -> High position -> Low position -> Middle position, and repeats the steps S1 to S4 until effective tones are detected in the processing of the step S2 ("No" in the step S2). The order of movement should not be limited to the above and the set position may be moved in a frequency ascending order.

[0060] If effective tones are detected in the step S2 ("No" in the step S2), the control circuit 10 averages SNR data for each of the three tones in the tone set during communication (in a step S5). In this state, the control circuit 10 judges whether SNR data of 10 frames have been averaged (in a step S6). If the SNR data of 10 frames have not been averaged yet ("No" in the step S6), the processings in the steps S1, S2, S5 and S6 are repeatedly executed until the SNR data of 10 frames have

been averaged. If the number of frames becomes 10 ("Yes" in the step S6), the control circuit 10 checks the number of effective tones based on the average value of the SNR data for each tone, i.e., by comparison of the average value with a predetermined threshold value (average value) (in a step S7). In this embodiment, the average value of the number of the SNR data is 10 frames; however, the average value should not be limited to 10.

[0061] For example, if there are two or more effective tones ("No" in the step S7 and in a step S8), the control circuit 10 judges that a certain degree of an S/N ratio is secured and tone movement is not, therefore, necessary, and no tone movement is made, and the communication device turns into a frame wait state again (in a step S1). If the number of effective tones is 1 ("Yes" in the step S7), the control circuit 10 checks an internal set movement counter (not shown) (in a step S9).

[0062] If it is found that a counter value is 2 or lower as a result of checking ("Yes" in the step S9), the control device determines a good tone set while referring to the average value of SNR data (in a step S12) and then writes a tone set movement command (communication setting change - instruction command in FIG. 3(b)) to the POC field (in a step S13). The judgment result will be described later. If it is found that the counter value is 3 as a result of checking ("No" in the step S9), the control circuit 10 judges that there is no tone set, in the tone group with which communication is currently held, capable of maintaining communication quality, determines a good tone group while referring to the average value of the SNR data (in a step S10) and then writes a tone group movement command (communication setting change - instruction command in FIG. 3(b)) to the POC field (in a step S11).

[0063] In this state (in which the movement command to move either the tone set or the tone group is written to the POC field), the control circuit 10 judges whether or not a frame transmission request is issued to the communication device in which the control circuit 10 is provided (whether to transmit user data). If there is a frame transmission request ("Yes" in a step S14 in FIG. 9), the communication device transmits a preset POC (change instruction) together with an ordinary frame (in a step S15 and "Yes" in a step S63) and further executes the increment of the set movement counter (in a step S16) and the clearing of the SNR data buffer (in a step S17). After executing the tone movement (in a step S18), the communication device returns to a frame reception wait state (in the step S1 in FIG. 8). In this embodiment, therefore, a certain communication device does not intend to transmit user data ("No" in the step S14 in FIG. 9), no tone movement is made. In this embodiment, only if a frame transmission request is issued to the certain communication device, the communication device transmits a frame including a POC field to avoid unnecessary transmission.

[0064] In the above-described state, if the certain communication device receives a set change instruction frame from the other communication device before a frame transmission request to the communication device occurs ("No" in the step S14 and "Yes" in the step S19), then the communication device clears the SNR data buffer (in the step S17), executes a tone movement (in the step S18) and then returns to the frame reception wait state (in the step S1 in FIG. 8). Further, the communication device receives a group change request from the other communication device before a frame transmission request to the communication device occurs ("No" in the step S14, "No" in the step S19 and "Yes" in the step S20 in FIG. 9), then the communication device executes the clearing of the SNR data buffer (in a step S21), executes a tone movement (in a step S22) and then returns to the frame reception wait state (in the step S1 in FIG. 8).

[0065] The communication method shown in FIG. 8 maybe referred to as a method of a change instruction response type for moving a tone group and a set position only when there is a change instruction by active tones, and a transmission request wait type for responding to a newly connected communication device only when there is a frame transmission request.

[0066] Next, the tone set movement method in the processing in the step S12 stated above will be briefly described. The tone set is moved to, for example, a tone set having a good SNR numerical value while referring to the average value of the SNR data. If the average value of the SNR data is the same, for example, the tone set is moved to a high frequency side. To be specific, if the current tone set is at the Middle position and the S/N ratio measurement result is ["*1"], then the control circuit 10 judges that the S/N ratio of high frequency tones is good and moves the current tone set to the High position. It is noted that symbol * represents an ineffective tone and symbol 1 represents an effective tone. If the current tone set is at the Middle position and the S/N ratio measurement result is ["*1"], then the control circuit 10 moves the current tone set to a position having a good S/N ratio. If the current tone set is at the Middle position and the S/N ratio measurement result is [1**], then the control circuit 10 judges that the S/N ratio of low frequency tones is good and moves the current tone set to the Low position.

[0067] Base on the same standard, if the current tone set is, for example, at the High position and the S/N ratio measurement result is ["*1"], then the control circuit 10 does not move the tone set in this tone group. Further, if the current tone set is at the High position and the S/N ratio measurement result is ["*1"], then the control circuit 10 moves the current tone set to a position having a good S/N ratio. Moreover, if the current tone set is at the High position and the S/N ratio measurement result is [1**], then the control circuit 10 judges that the S/N ratio of low frequency tones is good and moves the current tone set to the Middle position.

[0068] Based on the same standard, if the current tone set is, for example, at the Low position and the S/N ratio measurement result is ["*1"], then the control circuit 10 judges that the S/N ratio of high frequency tones is good and moves the current tone set to the Middle position. Further, if the current tone set is at the Low position and the S/N ratio measurement result is ["*1"], then the control circuit 10 moves the tone set to a position having a good S/N ratio. Moreover, if the current tone set is at the Low position and the S/N ratio measurement result is [1**], then the control circuit 10 does not move the tone set in this tone group.

[0069] By doing so, in this embodiment, it is possible to easily move the tone set to an appropriate set position and to, therefore, constantly hold data communication under optimum conditions.

[0070] As can be seen from the above, in this embodiment, all of the communication devices connected to the transmission line 7 cannot output the rejection of change, tones having a high S/N ratio are actively detected so that high transmission rate can be constantly maintained, i.e., the S/N ratio is maintained to be equal to or higher than the predetermined threshold value, and tone movement is made soon after the tones are detected, thereby constantly holding communication with optimum tones. Thus, even in the communication environment greatly influenced by noise, it is possible to constantly maintain high level, fixed communication quality without deteriorating characteristics.

[0071] FIG. 10 and FIG. 11 show a communication method for changing a tone group and a set position while communication is held in a steady state as in the case of FIG. 8 and FIG. 9. This method is of a change instruction response

type for moving the tone group and the set position only when there is a change instruction with active tones and a prompt response type for responding to a newly connected communication device even if there is no frame transmission request (Example 2).

[0072] For example; if communication is held in a steady state FIG. 10 and FIG. 11, the control circuit 10 of each of all the communication devices connected to the transmission line 7 monitors the transmission line 7 (in a step S1 in FIG. 10). At this moment, the control circuit 10 judges whether or not there is a communication device newly connected to the transmission line 7 (in a step S61). If there is a newly connected communication device ("Yes" in the step S61), then the control circuit 10 writes a notification command to the POC field of a frame (in a step S62), transmits the frame to the other communication devices (in a step S64) and responds to the newly connected communication device. The remaining steps are the same as those shown in FIG. 8 and FIG. 9, which description will not be given herein.

[0073] Further, FIG. 12 and FIG. 13 show a communication method for changing a tone group and a set position while communication is held in a steady state as in the case of FIG. 10 and FIG. 11 (and FIG. 8 and FIG. 9). The communication method shown in FIG. 12 and FIG. 13 is of a follow-up response type for making a tone group and a set position movement corresponding to not only a change instruction by active tones but also to all the control commands with active tones and default tones, and of a transmission request wait type for responding to a newly connected communication device only when there is a frame transmission request (Example 3).

[0074] For example, if communication is held in a steady state in FIG. 12 and FIG. 13, the control circuit 10 of each of all the communication devices connected to the transmission line 7 monitors the transmission line 7 (in a step S1 in FIG. 12). At this moment, the control circuit 10 judges whether or not there is a communication device newly connected to the transmission line 7 (in a step S61). If there is a newly connected communication device ("Yes" in the step S61), then the control circuit 10 writes a notification command to the POC field of a frame (in a step S62), transmits the frame if there is a frame transmission request ("Yes" in a step S14 and in a step S15 in FIG. 13) and responds to the newly connected communication device.

[0075] On the other hand, if it is judged in the processing in the step S61 in FIG. 12 that there is no newly connected communication device ("No" in the step S61), then the control circuit 10 judges whether or not the present setting of the communication device in which the control circuit 10 is provided is the same as the setting of the frame received from the other communication device (in a step S71 in FIG. 13). If the settings are not the same, for example, ("No" in the step S71), then the control circuit 10 executes the clearing of the SNR data buffer (in a step S72), executes a tone group and set position movement (in a step S73) and then returns to a frame reception wait state (in a step S1 in FIG. 12). If the settings are the same ("Yes" in the step S71 in FIG. 13), then the control circuit 10 checks whether there are effective tones (in a step S2 in FIG. 12), i.e., whether three active tones maintain an S/N ratio (BER) equal to or higher than a predetermined threshold value. The remaining steps are the same as those in FIG. 8 and FIG. 9 stated above, which description will not be given herein.

[0076] Moreover, FIG. 14 and FIG. 15 show a communication method for changing a tone group and a set position while communication is held in a steady state as in the case of FIG. 8 to FIG. 13. The method shown in FIG. 14 and FIG. 15 is of a follow-up response type for making a tone group and set position movement corresponding to not only a change instruction by active tones but also to all the control commands with the active tones and the default tones, and of a prompt response type for responding to a newly connected control device (Example 4). Since the communication method shown in FIG. 14 and FIG. 15 is a combination of the method shown in FIG. 10 and FIG. 11 and that shown in FIG. 12 and FIG. 13 already stated above, same reference characters as those in FIG. 10 to FIG. 13 denote the same constituent elements and no description will be given thereto.

[0077] As can be seen, the communication methods shown in FIG. 10 to FIG. 15 can obtain the same advantages as those of the above-described communication method shown in FIG. 8 and FIG. 9.

[0078] In the first embodiment, tones having a high S/N ratio are actively detected so that the S/N ratio becomes equal to or higher than a predetermined threshold value, and tone movement is made soon after the tones are detected, thereby constantly maintaining high level, fixed communication quality even in the communication environment greatly influence by noise without deteriorating characteristics. In this embodiment, not only the tone movement can be made but also primary modulation modes having different noise resistances are made selectable. By selecting one primary modulation mode based on a predetermined standard, it is possible to maintain higher level, fixed communication quality.

[0079] FIG. 16, FIG. 17 and FIG. 18 are flow charts of the second embodiment of the communication method according to the present invention. In this embodiment, an explanation will be given about a case of changing a tone group and a set position and changing a primary modulation mode while communication is held in a steady state. Since the constitution of the communication device in this embodiment is the same as that of the communication device in the first embodiment stated above, the same reference characters as those in the first embodiment denote the same constituent elements and no description will be given herein to the constituent elements. In addition, the same steps as those in the first embodiment shown in FIG. 8 and FIG. 9 are denoted by the same reference characters and will not be described herein.

[0080] In a processing in a step S7 shown in FIG. 16, for example, if the number of effective tones is one ("Yes" in the step S7 in FIG. 16), then a control circuit 10 checks an internal set movement counter (not shown) (in a step S9). If it is found that a counter value is equal to or lower than 2 as a result of checking ("Yes" in the step S9), the control circuit 10 executes the same processing as that in the first embodiment. If it is found that the counter value is 3 as a result of checking ("No" in the step S9), the control circuit 10 judges that there is no tone set capable of maintaining communication quality in a tone group currently used for communication and changes the tone group in the order of tone group 0 -> 1 -> 3 ... -> 15 (in a step S31 in FIG. 18).

[0081] Therefore, if the current tone group is one of the tone groups 0 to 14 ("No" in the step S31), the control circuit 10 selects a tone group next to the tone group currently used for communication (in a step S10 in FIG. 16) and then writes a tone group movement command (communication setting change-instruction command in FIG. 3(b)) (in a step S11). If the current tone group is tone group 15 ("Yes" in the step S31 in FIG. 18), the control circuit 10 checks the current primary modulation mode (in a step S32). In this embodiment, it is assumed that the primary modulation mode is set in the order of DQPSK -> DBPSK -> DBPSK + time diversity -> ...

[0082] As a result of checking, if the current primary modulation mode is DQPSK ("No" in the step S32), the control circuit 10 controls the modulation mode to be changed to DBPSK and writes a modulation mode change command (communication

setting change - instruction command in FIG. 3 (b)) to the POC of a frame (in a step S34). If the current primary modulation mode is DBPSK ("No" in the step S32), the control circuit 10 controls the modulation mode to be changed to DBPSK + time diversity and writes a modulation mode change command (communication setting change - instruction command in FIG. 3 (b)) to the POC (in the step S34). If the current primary modulation mode is DBPSK + time diversity ("Yes" in the step S32), the control circuit 10 returns the modulation mode and the set position to the respective default values (tone group 0; primary modulation mode: DQPSK) and writes the contents thereof to the POC (in the step S33).

[0083] In this state (in which the movement command to move either the tone set or the tone group is written to the POC), the control circuit 10 judges whether or not there is a frame transmission request to the communication device which the control circuit 10 is provided (whether to transmit user data). If there is a frame transmission request ("Yes" in a step S14 in FIG. 17), then the communication device transmits a preset POC field, together with an ordinary frame (in a step S15), executes the increment of the set movement counter (in a step S16) and the clearing of the SNR data buffer (in a step S17). After executing the tone movement (in a step S18), the communication device returns to a frame reception wait state (in a step S1 in FIG. 16).

[0084] In the above-described state, if a certain communication device receives a set change instruction frame from the other communication device before a frame transmission request is to the communication device occurs ("No" in the step S14 and "Yes" in the step S19 in FIG. 17), then the communication device clears the SNR data buffer (in the step S17), executes a tone movement (in the step S18) and then returns to the frame reception wait state (in the step S1 in FIG. 16). Further, in this state, if the certain communication device receives a group change request frame from the other communication device before a frame transmission request to the certain communication device occurs ("No" in the step S14, "No" in the step S19 and "Yes" in the step S20 in FIG. 17), then the certain communication device executes the clearing of the SNR data buffer (in a step S21), executes a tone group movement (in a step S22) and then returns to the frame reception wait state (in the step S1 in FIG. 16). Moreover, in the above state, if the certain communication device receives a group primary mode request frame from the other communication device before a frame transmission request to the certain communication device occurs ("No" in the step S14, "No" in the step S19, "No" in the step S20 and "Yes" in the step S41 in FIG. 17), then the certain communication device executes the clearing of the SNR data buffer (in a step S42), executes the tone group movement and the primary modulation mode change (in a step S43) and then returns to the frame reception wait state (in the step S1 in FIG. 16).

[0085] As can be seen from the above, in this embodiment, tones having a high S/N ratio are actively detected so that the S/N ratio constantly becomes equal to or higher than a predetermined threshold value and the tone movement is executed soon after the tones are detected, thereby constantly holding communication with optimum tones. Besides, primary modulation modes having different noise resistances are made selectable and one of the modes is selected based on a predetermined standard, whereby it is possible to maintain higher level, fixed communication quality even in the communication environment greatly influenced by noise without deteriorating characteristics.

[0086] FIG. 19 and FIG. 20 show a communication method for changing a tone group, a set position and a primary modulation mode while communication is held in a steady state as in the case of FIG. 16 and FIG. 17. The communication method shown in FIG. 19 and FIG. 20 is of a change instruction response type for making a tone group, set position and primary modulation mode movement only when there is a change instruction with active tones and of a prompt response type for responding to a newly connected communication device (Example 2). This method corresponds to the communication method described above with reference to FIG. 10 and FIG. 11.

[0087] Further, FIG. 21 and FIG. 22 show a communication method for changing a tone group, a set position and a primary modulation mode while communication is held in a steady state as in the case of the method shown in FIG. 16 and FIG. 17 or FIG. 19 and FIG. 20. The communication method shown in FIG. 21 and FIG. 22 is of a follow-up response type for making a tone group, the set position and primary modulation mode movement corresponding to not only a change instruction with active tones but also to all the control commands with active tones and default tones, and of a transmission request wait type for responding to a newly connected communication device only when a frame transmission request is issued (Example 3). This method corresponds to the communication method shown described above with reference to FIG. 12 and FIG. 13.

[0088] Moreover, FIG. 23 and FIG. 24 show a communication method for changing a tone group, a set position and a primary modulation mode while communication is held in a steady state as in the case of the method shown in FIG. 16 and FIG. 17, FIG. 19 and FIG. 20, and FIG. 21 and FIG. 22. The communication method shown in FIG. 23 and FIG. 24 is of a follow-up response type method for making a tone group, set position and primary modulation mode movement corresponding to not only a change instruction with active tones but also all the control commands with active tones and default tones, and of a prompt response type for responding to a newly connected communication device (Example 4). This method corresponds to the communication method described above with reference to FIG. 14 and FIG. 15.

[0089] In the first and second embodiments, description has been given to a case of changing a tone group and a set position and changing a primary modulation mode while communication is held in a steady state. Next, an explanation will be given about an operation for changing a tone group, a set position and a primary modulation mode conducted by a communication device newly connected to the transmission line.

[0090] FIG. 25 is a flow chart of in a third embodiment of the communication method according to the present invention. It is noted that this embodiment illustrates an operation before the flow charts described in the first and second embodiments, and when the processings in the flow charts are finished, the processings in the step 1 in FIG. 8, FIG. 10, FIG. 12, FIG. 14, FIG. 16, FIG. 19, FIG. 21 and FIG. 23 are executed. Further, the flow chart shown in FIG. 25 corresponds to the second embodiment. Therefore, if the flow chart shown in FIG. 25 is made to correspond to the first embodiment, a primary modulation mode change operation in a step S54 is not carried out.

[0091] When a certain communication device is connected to the transmission line 7 and power is turned on in this state, the communication device is initialized first (in a step S52 in FIG. 25) and then turns into a frame reception wait state (in a step S52). This initialization includes a timer reset processing to be described later, and default tone group and default set position settings shown in FIG. 4 and FIG. 5. Further, when the communication device turns into the wait state, a timer starts.

[0092] For example, if the value T of the timer is equal to or lower than a predetermined value T1 and the communication device receives the frames of a default tone set (in a step S53), the control circuit 10 grasps the content of the frames and changes the positions of a tone group, a set position and a primary modulation mode to those of an active tone set currently used for communication (in a step S54). In this state, the certain communication device turns into a frame wait state.

[0093] On the other hand, if the communication device waits to receive the default tone set (in the step S52, "No" in the step S53 and "No" in the step S55) and cannot receive the frame of the default tone set even with the timer value T exceeding the predetermined value T1 ("No" in the step S53 and "Yes" in the step S55), then the control circuit 10 judges whether or not a frame transmission request is issued (in a step S56). If there is no request ("No" in the step S56), the communication device turns into the frame reception wait state again (in the step S52). If there is a request ("Yes" in the step S56), the communication device transmits the frame of the tone set which was set in the initialization (in a step S57). In this state, the communication device turns into a normal frame reception wait state (in the steps S1 in FIG. 8, FIG. 10, FIG. 12, FIG. 14, FIG. 16, FIG. 19, FIG. 21 and FIG. 23). The other communication devices which hold communication in a steady state, write a communication command to the POC of the frame in response to the transmission frame from this newly connected communication device, and transmit the frame. By doing so, the newly connected communication device can follow up the changes (of tone groups, set positions and primary modulation modes) of the other communication devices.

[0094] As can be understood from the above, in this embodiment, a newly connected communication device can easily grasp the positions of active tones by checking the default tones. Besides, even if power is turned on and no communication is held on the transmission line, the communication device can change the tone group and set position of the active tone set and the primary modulation mode by the transmission of a frame from the communication device, thereby making it possible to easily follow up the active tones of the other communication devices.

[0095] As stated so far, according to the present invention, all of the communication devices connected to the transmission line cannot output the rejection of change, tones having a high S/N ratio are actively detected so that high transmission rate can be constantly maintained, i.e., the S/N ratio is maintained to be equal to or higher than a predetermined threshold value, and tone movement is made soon after the tones are detected, thereby constantly holding communication with optimum tones. Thus, it is possible to advantageously obtain a communication method capable of constantly maintaining high level, fixed communication quality without deteriorating characteristics even in the communication environment greatly influenced by noise.

[0096] Furthermore, even a newly connected communication device can easily grasp the positions of the active tones by checking the default tones. Besides, even if power is turned on and no communication is held on the transmission line, the communication device can change the tone group and set position of the active tone set by the transmission of a frame from the communication device. Thus, it is possible to advantageously obtain a communication method capable of easily following up the active tones of the other communication devices.

[0097] Furthermore, tones having a high S/N ratio are actively detected so that the S/N ratio becomes equal to or higher than a predetermined threshold value, and tone movement is made soon after the tones are detected, thereby constantly holding communication with optimum tones. Besides, primary modulation modes having different noise resistances are made selectable and selected based on a predetermined standard. Thus, it is possible to advantageously obtain a communication device capable of maintaining higher level, fixed communication quality even in the communication environment greatly influenced by noise without deteriorating characteristics.

[0098] Furthermore, even a newly connected communication device can easily grasp the positions of the active tones by checking the default tones. Besides, even if power is turned on and no communication is held on the transmission line, the communication device can change the tone group and set position of the active tone set by the transmission of a frame from the communication device. Thus, it is possible to advantageously obtain a communication method capable of easily following up the active tones of the other communication devices.

[0099] Furthermore, it is possible to advantageously take account of characteristics and simplicity by selecting the primary modulation mode in the order of DQPSK, DBPSK and BPSK + time diversity, and to advantageously execute all the modulation modes with high efficiency.

[0100] Furthermore, by moving the position of the tone set in the same tone group in a frequency ascending order or a frequency descending order, it is advantageously possible to efficiently move all the tone sets without exception.

[0101] Furthermore, by moving the position of a tone set so that a good tone is at the center of the tone set based on a result of checking whether a specific standard is satisfied, it is advantageously possible to move to an optimum tone set.

[0102] Furthermore, by moving tone groups in the order of tone group numbers, it is advantageously possible to efficiently move all the tone groups without exception.

[0103] Furthermore, a newly connected communication device which has not been able to follow up other communication device which are holding communication in a steady state, can be advantageously notified of the position of the active tone set.

[0104] Furthermore, tones having a high S/N ratio are actively detected so that high transmission rate can be constantly maintained, i.e., the S/N ratio is maintained to be equal to or higher than a predetermined threshold value, and tone movement is made soon after the tones are detected, thereby constantly holding communication with optimum tones. Thus, it is possible to advantageously obtain a communication device capable of constantly maintaining high level, fixed communication quality without deteriorating characteristics even in the communication environment greatly influenced by noise.

[0105] Furthermore, even a newly connected communication device can easily grasp the positions of active tones by checking the default tones. Besides, even if power is turned on and no communication is held on the transmission line, the communication device can change the tone group and set position of the active tone set by the transmission of a frame from the communication device. Thus, it is possible to advantageously obtain a communication device capable of easily following up the active tones of the other communication devices.

[0106] Furthermore, tones having a high S/N ratio are actively detected so that the S/N ratio becomes equal to or higher than a predetermined threshold value, and tone movement is made soon after the tones are detected, thereby constantly holding communication with optimum tones. Besides, primary modulation modes having different noise resistances are made selectable and selected based on a predetermined standard. Thus, it is possible to advantageously obtain a communication device capable of maintaining higher level, fixed communication quality without deteriorating characteristics even in the

communication environment greatly influenced by noise.

[0107] Furthermore, even a newly connected communication device can easily grasp the positions of active tones by checking the default tones. Besides, even if power is turned on and no communication is held on the transmission line, the communication device can change the tone group and set position of the active tone set and the primary modulation mode by the transmission of a frame from the communication device. Thus, it is possible to advantageously obtain a communication device capable of easily following up the active tones of the other communication devices.

INDUSTRIAL APPLICABILITY

[0108] As stated so far, the communication method and the communication device according to the present invention are effective for communication using a transmission line which may be possibly influenced by noise, and particularly suited for a power line modem holding data communication using an existing power line (electric light power line).

Last updated: 26.04.2011 Worldwide Database 5.7.23; 93p



2001094526 (A)

Espacenet

METHOD AND DEVICE FOR COMMUNICATION

Claims not available for JP 2001094526 (A)

Claims of corresponding document: EP 1133092 (A1)

Translate this text Claims tree

The EPO does not accept any responsibility for the accuracy of data and information originating from other authorities than the EPO; in particular, the EPO does not guarantee that they are complete, up-to-date or fit for specific purposes.

1. A communication method of adopting a multi-carrier modulation-demodulation mode as a communication mode for data communication to be held among a plurality of communication devices connected to a transmission line, and selecting tones less influenced by noise and thereby maintaining fixed communication quality, the method comprising:

a first tone set movement step of monitoring the transmission line while the communication is held in a steady state, and judging that the communication quality cannot be maintained if there are no tones securing a specific standard, and moving a tone set by a predetermined method;

a second tone set movement step of judging that the certain communication quality can be maintained and not moving the tone set if the number of tones securing the specific standard is equal to or higher than a predetermined number, and moving the tone set by the predetermined method if the number of the tones securing the specific standard is less than the predetermined number and it is judged that the communication quality can be maintained by moving the tone set in a same tone group; and

a tone group movement step of moving the tone group by a predetermined method if it is judged that the communication quality cannot be maintained even by moving the tone set in the same tone group.

2. The communication method according to claim 1, further comprising:

a change step of recognizing a present state by monitoring a fixed tone set to which a position of a tone set currently used for communication is written, at a time of turning on power, and changing the tone set to the present state; and a frame transmission step of transmitting a frame using a tone set which has been set during initialization and waiting for a response from other communication devices if the fixed tone set cannot be received.

3. The communication method according to claim 1, further comprising:

a primary modulation mode selection step of selecting one of primary modulation modes having different noise resistances based on a predetermined standard if it is judged that the communication quality cannot be maintained even by making the primary modulation modes having different noise resistances selectable, executing movement of the tone set in the same tone group and executing movement of the tone group.

4. The communication method according to claim 3, further comprising:

a change step of recognizing a present state by monitoring a fixed tone set to which a position of a tone set currently used for communication and a primary modulation mode are written, at a time of turning on power, and changing the tone set to the present state; and

a frame transmission step of transmitting a frame using a tone set which has been set during initialization and waiting for a response from other communication devices if the fixed tone set cannot be received.

5. The communication method according to claim 3, wherein

in the primary modulation mode selection step, a DQPSK mode, a DBPSK mode and a BPSK + time diversity mode are selected as the primary modulation mode in this order.

6. The communication method according to claim 1, wherein

in the first tone set movement step, the position of the tone set in the same tone group is gradually moved from either a low frequency side or a high frequency side.

7. The communication method according to claim 1, wherein

in the second tone set movement step, the position of the tone set is moved so that a good tone is located at a center based on a result of checking whether the specific standard can be secured.

8. The communication method according to claim 1, wherein

in the tone group movement step, the tone group is moved in an order of tone group numbers.

9. The communication method according to claim 1, wherein

if a frame is received from a newly connected communication device, information on a tone set currently used for

communication is put on a fixed tone set and transmitted.

10. A communication device which adopts, a multi-carrier modulation-demodulation mode as a communication mode for data communication to be held among a plurality of communication devices connected to a transmission line, and selects tones less influenced by noise and thereby maintaining fixed communication quality, wherein

the transmission line is monitored while the communication is held in a steady state, it is judged that the communication quality cannot be maintained if there are no tones securing a specific standard, and a tone set is moved by a predetermined method;

it is judged that the certain communication quality can be maintained and the tone set is not moved if the number of tones securing the specific standard is equal to or higher than a predetermined number, and the tone set is moved by the predetermined method if the number of the tones securing the specific standard is less than the predetermined number and it is judged that the communication quality can be maintained by moving the tone set in a same tone group; and the tone group is moved by a predetermined method if it is judged that the communication quality cannot be maintained even by moving the tone set in the same tone group.

11. The communication device according to claim 10, wherein

a present state is recognized by monitoring a fixed tone set to which a position of a tone set currently used for communication is written at a time of turning on power, and the tone set is changed to the present state; and a frame is transmitted using a tone set which has been set during initialization and a response from other communication devices is awaited if the fixed tone set cannot be received.

12. The communication device according to claim 10, wherein

one of primary modulation modes having different noise resistances is selected based on a predetermined standard if it is judged that the communication quality cannot be maintained even by making the primary modulation modes having different noise resistances selectable, executing movement of the tone set in the same tone group and movement of the tone group.

13. The communication device according to claim 12, wherein

a present state is recognized by monitoring a fixed tone set to which a position of a tone set currently used for communication and a primary modulation mode are written, at a time of turning on power, and the tone set is changed to the present state; and a frame is transmitted using a tone set which has been set during initialization and a response from other communication devices is awaited if the fixed tone set cannot be received.

Last updated: 26.04.2011 Worldwide Database 5.7.23; 93p